



annales de zoologie écologie animale

Trimestriel

1978

Vol. 10. N° 4

inra

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

10 (4) 559-706 (1978)

AZEA10.4

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, 75007 PARIS, Tél. : 551-41-09.

Directeur général : J. POLY

Annales agronomiques.

- L. GACHON, Chef du Département d'Agronomie, 63100 Clermont-Ferrand.
- M. HALLAIRE, Chef du Département de Bioclimatologie, C. N. R. A.

Annales de l'Amélioration des Plantes.

- M. RIVES, Chef du Département de Génétique et d'Amélioration des Plantes, I. N. R. A., 11, rue Jean-Nicot, 75007 Paris.

Annales de Phytopathologie.

- J. PONCHET, Chef du Département de Pathologie végétale, 06602 Antibes.

Annales de Zoologie - Écologie animale.

- B. HURPIN, Chef du Département de Recherches de Zoologie, 78280 Guyancourt.

Annales de Zootechnie.

- A. RÉRAT, Chef du Département de Nutrition, C. N. R. Z., 78350 Jouy-en-Josas.

Annales de Technologie agricole.

- P. DUPUY, Chef du Département de Technologie des Produits végétaux, 21034 Dijon Cedex.
- A. GUILBOT, Directeur scientifique du Centre de Recherches de Nantes, 44076 Nantes.
- B. L. DUMONT, Directeur du Laboratoire de Recherches sur la Viande, C. N. R. Z.
- A. BOURDET, Directeur du Laboratoire de Recherches sur la qualité des Blés, I. N. R. A., 16, rue Nicolas-Fortin, 75013 Paris.

Annales des Sciences forestières.

- P. BOUVAREL, Inspecteur général de la Recherche agronomique, Chef du Département de Recherches forestières, C. N. R. F.
- J. PARDE, Directeur de la Station de Sylviculture et de Production, C. N. R. F.

Annales de Génétique et de Sélection animale.

- P. MÉRAT, Directeur de la Station de Génétique factorielle, C. N. R. Z.
- B. VISSAC, Chef du Département de Génétique animale, C. N. R. Z.

Apidologie (Revue franco-allemande, co-édition I. N. R. A.-Deutscher-Imkerbund).

- J. LOUVEAUX, Directeur de la Station de Recherches sur l'Abeille et les Insectes sociaux, 91440 Bures-sur-Yvette.

Annales de Recherches vétérinaires.

- P. LARVOR, Directeur de la Station de Physiopathologie de la Nutrition, Theix, Saint-Genès Champanelle, 63110 Beaumont.

Annales de Biologie animale, Biochimie, Biophysique. Pour les « Annales de Biochimie animale, Biochimie, Biophysique », Administration et secrétariat de la Rédaction à l'adresse suivante : Secrétariat des A. B. A. B. B., I. N. R. A., 78350 Jouy-en-Josas.

- C. THIBAUT, Directeur de Recherches à l'I. N. R. A., C. N. R. Z.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION

Service des Publications de l'I. N. R. A., route de Saint-Cyr, 78000 VERSAILLES, Tél. : 950-75-22

Erratum

Méthodes d'échantillonnage des populations de pontes de *L. dispar* (Lep. Lymantriidae) en Mamora

A. FRAVAL, F. HERARD et M. JARRY

*Laboratoire de Zoologie
Institut agronomique et vétérinaire Hassan II
Rabat (Maroc)*

Les dessins des fig. 8 et 11 ont été intervertis :

- p. 273, fig. 8 : Méthode d'échantillonnage A : c'est le dessin placé sur la page 276 qu'il faudrait voir là.
- p. 276, fig. 11 : Méthode d'échantillonnage C : c'est le dessin placé sur la page 273 qu'il faudrait voir là.



Annales de zoologie écologie animale

Trimestriel

1978

Vol. 10. N° 4

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs
et de l'Institut national de la Recherche agronomique
à l'exception des résumés

Alimentation des adultes d'*Acanthoscelides obtectus* Say (Coloptere, Bruchidae) : influence sur la longévité et la production ovarienne des individus vierges

B. LEROI

Institut de Biocénétique Expérimentale des Agosystèmes (I.B.E.A.S.)
Parc Grandmont, 37200 Tours France

Résumé

Ces données, purement expérimentales, indiquent qu'il existe d'importantes potentialités de survie des adultes vierges alimentés d'*Acanthoscelides obtectus*. Des longévités remarquables (plus de 200 et même de 300 jours) sont possibles lorsque les individus sont alimentés avec de l'eau miellée mais surtout avec certaines solutions sucrées, du pollen, ou un mélange de miel et pollen.

Bien que l'alimentation imaginale ne soit pas obligatoire pour la maturation des ovocytes, ces mêmes aliments provoquent une augmentation de la production ovarienne chez 50 p. 100 environ des femelles.

En France, les adultes de la bruche du haricot ne pondent sur les gousses de *Phaseolus vulgaris* que de fin juin à début août, suivant les régions et les conditions climatiques de l'année.

Il semble qu'un délai d'au moins quinze jours doive normalement s'écouler entre la sortie des adultes des greniers et la ponte dans la nature, même si des gousses mûres sont disponibles au moment de l'envol. La nécessité d'une alimentation pourrait en être la cause (Labeyrie et Maison, 1953).

Il semble aussi que les pontes dans les cultures ne soient occasionnées que par les adultes provenant des stocks de grains dans les greniers et que des générations successives soient incapables de se maintenir dans la nature, en raison des conditions défavorables de l'automne et de l'hiver.

Toutefois, on ne peut totalement exclure l'hypothèse d'adultes pouvant survivre dans les conditions naturelles à la faveur d'abris. Ceci pose notamment la question du rôle de l'alimentation imaginale dans la longévité et la survie des adultes.

Par ailleurs, il est bien connu que chez de nombreux insectes, l'alimentation des femelles est indispensable à la vitellogenèse ou qu'elle la favorise.

Chez les *Bruchidae* l'alimentation imaginale n'a guère retenu l'attention et, depuis Zacher (1929), on considère souvent que les adultes ont assez de réserves au niveau des corps gras pour survivre et pondre sans avoir à s'alimenter. Cependant, des observations ont été faites qui concernent l'alimentation présumée de ces adultes sur divers substrats végétaux ou productions de plantes (Zacher, 1951 ; Zachariae, 1958 ; De Luca, 1966). En Allemagne du Nord, Zachariae (1959) indique même que l'absorp-

tion d'eau et de nourriture permet aux imagos d'une génération d'attendre le moment de la reproduction.

Afin d'apporter de nouveaux éléments de réponse au problème de l'acclimatation en Europe de cette espèce originaire d'Amérique équatoriale, plusieurs expériences ont été menées en laboratoire (parallèlement à des observations d'individus maintenus dans des cages dans la nature) pour analyser l'influence des basses températures et de l'alimentation imaginale sur la survie et la reproduction d'*Acanthoscelides obtectus* Say. Ne seront exposés ici que les résultats concernant l'influence de divers aliments sur la longévité et la production ovarienne d'individus vierges, dans des enceintes climatiques.

I. — Méthodes et conditions expérimentales

Les adultes utilisés proviennent d'une souche maintenue en laboratoire sur des haricots de même variété et de même provenance et correspondant à la descendance de femelles sélectionnées pour n'émettre leurs œufs qu'en présence de haricots. Le développement larvaire et l'obtention des adultes sont effectués à température constante de 27 °C.

Les adultes utilisés pour les expériences ont été placés dans des enceintes individuelles (boîtes de Petri), vierges et sans haricots. Les boîtes individuelles étaient disposées dans une pièce climatisée à 27°, à l'obscurité permanente et 60 à 70 p. 100 d'humidité relative.

Ont été testés :

- l'absence totale de nourriture imaginale (série A) ;
- l'apport d'eau seule (série B) ;
- l'apport de levure de bière en poudre fine (série C) ;
- l'alimentation avec des sucres en poudre, seuls : saccharose (série D), glucose (série E), lactose (série F) ;
- l'alimentation avec des solutions aqueuses sucrées (à 20 p. 100 de sucre) : lactose (série G), saccharose (série H), glucose (série I), fructose (série J) ;
- l'eau miellée à 10 p. 100 de miel (série K) ;
- la poudre de pollen, obtenue par broyage fin de pelotes de pollens mélangés (série L) ;
- un mélange pâteux de miel et de pollen (série M).

Les aliments en poudre ont été placés dans des petites coupelles à l'intérieur des boîtes individuelles, les aliments liquides sur du coton hydrophile dans les coupelles. L'eau a été fournie séparément dans les séries C, L et M. Les aliments, et éventuellement l'eau, étaient offerts en permanence, renouvelés pour éviter toute modification et en particulier l'apparition de champignons.

Pour chaque série, une cinquantaine d'individus de chaque sexe ont été placés isolément dans les conditions expérimentales dès leur éclosion. Les insectes ont été examinés quotidiennement pour connaître la date de mort exacte. Pour les femelles, on a dénombré éventuellement les œufs émis, et les ovocytes mûrs formés ont été

comptés aussitôt après la mort : ceci permet d'avoir la production ovarienne individuelle, dans la mesure où il n'y a pas de résorption ovocytaire au niveau des oviductes latéraux (Labeyrie, 1960b ; Huignard, 1973).

II. — Influence de l'alimentation imaginaire sur la longévité

1. — Longévités moyennes comparées des mâles et des femelles vierges

Elles sont données dans le tableau 1 ; les histogrammes correspondant sont présentés dans les figures 1a et 1b pour certaines séries, 2a et 2b pour d'autres.

TABLEAU 1

Longévité moyenne et mortalité à 50 p. 100 des adultes d'Acanthoscelides obtectus en fonction de l'alimentation imaginaire

Série	Alimentation	Nbre	♂		♀		
			Longévité moyenne (i)	50 p. 100 mortalité de (i)	Nbre	Longévité moyenne (i)	50 p. 100 de mortalité (i)
A	Rien.....	50	16,1 ± 0,8	16	51	22,5 ± 1,7	21
B	Eau	50	18,8 ± 1,3	19	48	24,9 ± 1,9	24
C	Eau + levure de bière	50	18,8 ± 1,6	17	47	27,5 ± 2,1	27
D	Saccharose poudre ..	49	25,6 ± 1,7	26	49	26,7 ± 2,0	26
E	Glucose poudre.....	49	16,8 ± 0,9	16	49	23,7 ± 1,3	23
F	Lactose poudre	49	16,3 ± 1,1	17	50	20,7 ± 1,3	20
G	Solution de lactose ...	48	26,4 ± 3,2	25	50	32,8 ± 3,5	32
H	Solution de saccharose	47	90,4 ± 12,1	91	48	152,2 ± 22,2	167
I	Solution de glucose ..	50	103,1 ± 10,2	110	48	172,0 ± 15,0	170
J	Solution de fructose ..	50	107,5 ± 14,0	114	48	171,9 ± 20,9	185
K	Eau miellée	48	63,1 ± 6,1	66	50	85,8 ± 9,9	87
L	Eau + pollen	48	99,6 ± 15,4	100	45	170,4 ± 25,9	168
M	Eau + mélange de miel et pollen	49	100,1 ± 16,0	95	45	130,0 ± 26,9	111

Différences significatives entre les séries :

Mâles : ABCEF, DG, K, HIJLM.

Femelles : ABEF, CDG, K, HIJLM.

Avec toutes les alimentations, sauf avec les séries D (saccharose poudre) et M (miel + pollen) on note une longévité significativement plus grande chez les femelles que chez les mâles. Dans la série M on est juste au-dessous de la valeur ϵ significative, en raison de l'importante variabilité de la longévité chez les deux sexes.

2. — Rôle important de l'eau dans la survie des adultes

L'eau seule (série B) ne provoque pas une augmentation de longévité, mais elle est indispensable à l'alimentation. Ceci apparaît nettement lorsqu'on compare les résultats obtenus avec les solutions sucrées par rapport aux résultats obtenus avec les sucres en poudre seuls.

3. — Plusieurs types d'alimentation imaginaire augmentent la longévité

Sans aucune alimentation, la durée de vie est déjà assez remarquable : 16 jours en moyenne pour les mâles (11-23 jours), 22 jours pour les femelles (8-40 jours). Les sucres solides seuls n'augmentent pas la longévité (glucose, lactose) ou faiblement (saccharose, grâce à son importante hygrophilie). Il en est de même pour la levure de bière.

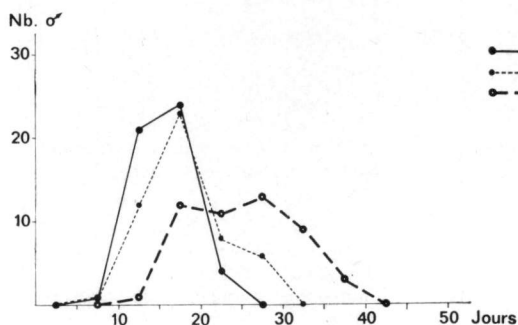


FIG. 1 a.

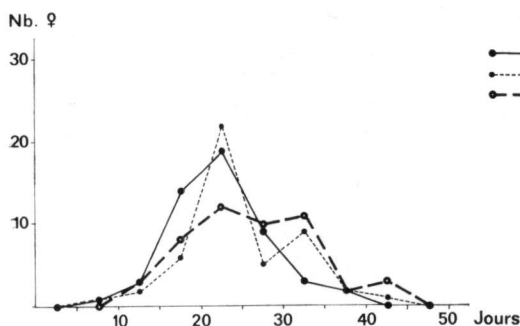


FIG. 1 b.

FIG. 1. — Longévité des mâles vierges (1a) et femelles vierges (1b) en fonction de l'alimentation imaginaire. Séries A (pas d'alimentation), B (eau seule) et D (saccharose poudre).

Par contre les solutions sucrées ont, à l'exception du lactose, un effet très net sur l'augmentation moyenne de la longévité. Les différences ne sont pas significatives entre les résultats obtenus avec le saccharose, le glucose et le fructose.

L'eau miellée provoque aussi une augmentation de la longévité moyenne, mais significativement moins forte que les trois meilleures solutions sucrées.

Le pollen en poudre et le mélange pâteux de miel et de pollen donnent des résultats comparables à ceux des solutions sucrées (lactose excepté). Les différences ne sont pas significatives entre les séries H, I, J, L et M, en raison de la grande variabilité de réponse des adultes à toutes ces alimentations (fig. 2a et 2b).

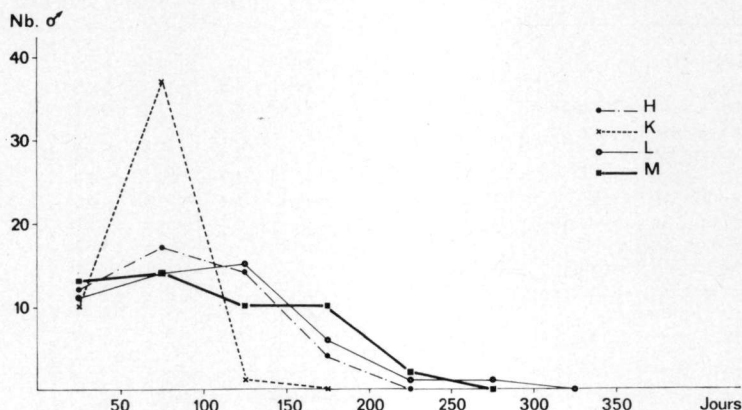


FIG. 2 a.

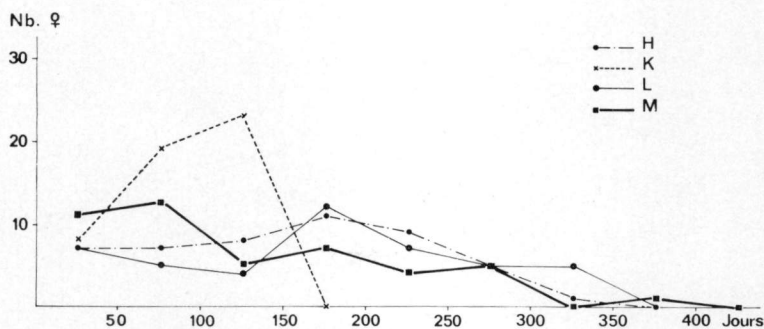


FIG. 2 b.

FIG. 2. — Longévité des mâles vierges (2a) et femelles vierges (2b) en fonction de l'alimentation imaginaire. Séries H (solution saccharose), K (eau miellée), L (eau + pollen) et M (eau + miel + pollen). Mâles et femelles : différence significative entre séries K, HLM.

III. — Influence de l'alimentation imaginaire sur la production ovarienne des femelles vierges

Les résultats sont présentés dans le tableau 2 et dans les figures 3a et 3b.

TABLEAU 2

Production ovarienne totale des femelles vierges d'Acanthoscelides obtectus en fonction de l'alimentation imaginale

Séries	Alimentation	Production ovarienne totale		
		Moyenne	Valeurs absolues	ε/A
A	Rien	$31,0 \pm 3,3$	5-55	
B	Eau	$26,9 \pm 4,9$	0-65	—
C	Eau + Levure de bière	$22,4 \pm 4,0$	0-58	—
D	Saccharose poudre	$32,2 \pm 4,3$	4-62	—
E	Glucose poudre	$31,7 \pm 3,3$	8-56	—
F	Lactose poudre	$31,7 \pm 3,7$	2-60	—
G	Solution de lactose	$26,5 \pm 3,4$	4-56	—
H	Solution de saccharose	$36,4 \pm 4,7$	0-81	+
I	Solution de glucose	$38,0 \pm 3,5$	13-72	+
J	Solution de fructose	$43,0 \pm 3,9$	12-71	+
K	Eau miellée	$37,9 \pm 3,4$	8-66	+
L	Eau + pollen	$44,0 \pm 6,6$	8-95	+
M	Eau + mélange de miel et de pollen ...	$51,1 \pm 6,5$	3-121	+

ε/A : Différence significative (+) ou non (—) entre la série considérée et la série A.

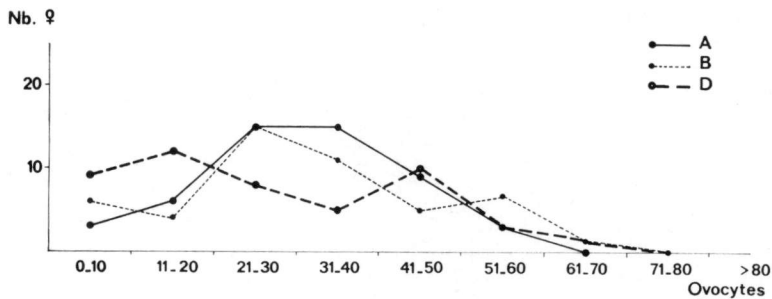


FIG. 3 a.

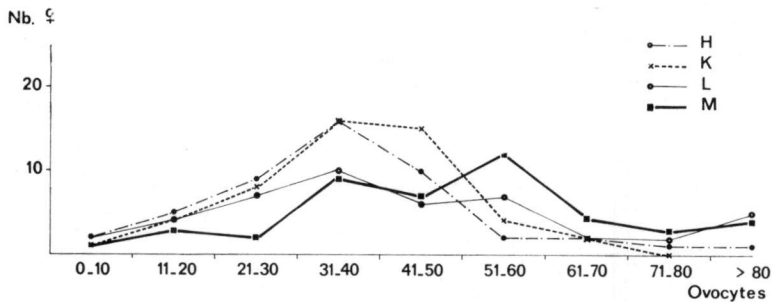


FIG. 3 b.

FIG. 3. — Productions ovariennes des femelles vierges en fonction de l'alimentation imaginale.

3a : pas de différence significative entre les séries A (pas d'alimentation), B (eau seule) et D (saccharose poudre).

3b : les séries H (solution saccharose), K (eau miellée), L (eau + pollen) et M (eau + miel + pollen) sont significativement différentes de la série A.

1) *L'alimentation imaginaire n'est pas nécessaire pour obtenir une production ovarienne.*

Dans la série A toutes les femelles vierges présentent des ovocytes mûrs au moment de leur mort : de 5 à 55. Ces ovocytes sont formés à partir des réserves accumulées par les larves et correspondent à la production de base, en dehors de toute alimentation chez l'adulte.

2) Par rapport à une absence d'alimentation, on note *une augmentation significative de la production ovarienne* des femelles vierges dans les séries suivantes : H (solution de saccharose), I (solution de glucose), J (solution de fructose), K (eau miellée), L (eau + pollen en poudre) et surtout dans la série M (eau + mélange miel et pollen).

Dans toutes ces séries il faut souligner la grande variabilité de réponse des femelles, variabilité déjà soulignée par Labeyrie (1960a) pour des femelles nourries avec de l'eau miellée. La production ovarienne d'environ 50 p. 100 des femelles de toutes ces séries n'est pas augmentée par un quelconque apport alimentaire. C'est la réponse positive d'une partie de l'effectif qui provoque l'augmentation moyenne plus ou moins marquée (quinze ovocytes en plus environ).

On ne note toutefois aucune corrélation entre : la rétention ovocytaire et la production totale ; la rétention ovocytaire et la longévité ; la production totale et la longévité (ex. série M, fig. 4).

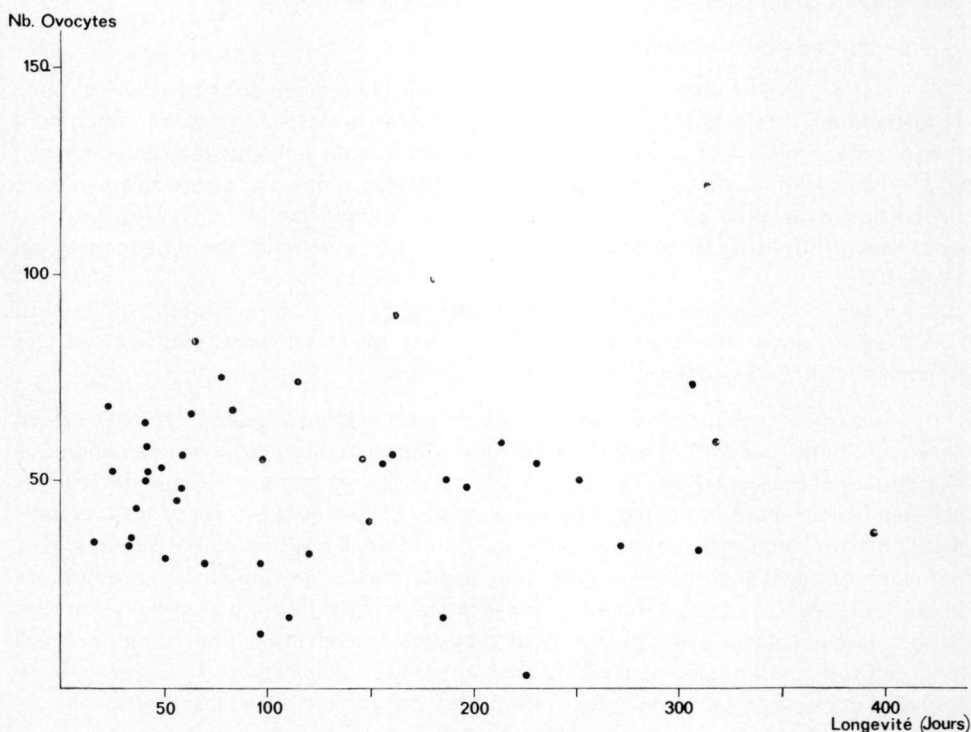


FIG. 4. — Relations entre la production ovarienne totale et la longévité des femelles vierges. Ex. de la série M (eau + miel + pollen).

Il faut rappeler que chez *A. obtectus*, il n'y a pas de rétention des ovocytes mûrs chorionés (ceux qui ont été dénombrés dans ces expériences), que seuls les ovocytes en cours de vitellogenèse peuvent subir une résorption, et que l'on ne peut donc interpréter l'hétérogénéité des résultats dans chaque série par des phénomènes de résorption plus ou moins cycliques interférant avec la production des ovocytes.

IV. — Discussion

Les performances de longévité des adultes d'*A. obtectus*, en présence de certains aliments, sont assez surprenantes pour un insecte souvent considéré comme ayant une faible longévité. Les longévités obtenues sont supérieures à celles mentionnées par Larson et Fisher (1938) bien que les femelles qu'ils avaient testées avec quelques aliments (eau, miel, eau sucrée) aient été en présence de haricots et que ceux-ci stimulent la production ovarienne (Huignard, 1973). Il est vrai que ces auteurs n'ont pas précisé les conditions expérimentales ambiantes.

Les résultats présentés ici correspondent à des données expérimentales n'ayant rien de comparable avec les conditions que des adultes d'*Acanthoscelides* peuvent rencontrer dans les champs en France. Ils expriment seulement des *potentialités de réponse* de l'espèce à certaines alimentations. Il ne s'agit pas non plus de possibilités maximales, étant donné que ni la présence de la plante-hôte, ni la fécondation n'interviennent ici dans les performances de production ovarienne.

L'intérêt de ces résultats est de montrer :

— que l'alimentation imaginale, quoique non obligatoire pour la survie et pour la formation d'un stock de base d'ovocytes, peut être un facteur important d'augmentation de la longévité et un élément non négligeable dans la capacité reproductrice ;

— que les femelles qui vivent le plus longtemps n'ont pas nécessairement une production ovarienne plus élevée : ainsi que l'a indiqué Huignard (1976), les ovocytes sont produits dans les premiers jours de la vie imaginale, puis l'ovogenèse est arrêtée ;

— que les individus adultes réagissent très différemment à l'apport d'aliments, qu'il s'agisse de la durée de vie ou qu'il s'agisse de la vitellogenèse. Ceci est très important pour la capacité d'évolution de l'espèce.

Ces expériences indiquent aussi qu'on ne peut *a priori* rejeter l'hypothèse de la survie d'adultes pendant une longue période. Certes, on est très loin des conditions climatiques changeantes des régions tempérées et il n'est pas prouvé que des adultes puissent trouver dans la nature des aliments suffisants pendant plusieurs mois, notamment en hiver. Mais cette *potentialité* existe : il n'est donc pas impossible que quelques individus puissent s'abriter et réussissent à s'alimenter partiellement pendant les belles journées. Comme par ailleurs leur métabolisme est réduit pendant les journées froides, et que leurs besoins énergétiques sont donc moindres, ils pourraient se maintenir suffisamment longtemps pour assurer la pérennité de l'espèce sans que la réinfestation annuelle à partir des stocks de grains ait un caractère absolument obligatoire. Toutefois, un élément contradictoire est fourni par le fait qu'il n'y a aucune corrélation entre longévité et production ovarienne. Des expériences sont actuellement en cours sur les possibilités de survie des adultes au froid et dans les conditions exté-

rieures, et aussi sur les possibilités de fécondation de femelles vierges âgées avec émission d'œufs fertiles, comme c'est le cas pour *Oryzaephilus surinamensis* L. (Leroi, 1966) : ceci permet aux populations de se maintenir à un niveau très bas dans les champs.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Summary

Feeding of adults of Acanthoscelides obtectus SAY (Coleoptera, Bruchidae) : influence upon the longevity and ovarian production of virgin individuals

These experimental data point out that well-fed virgin adults of *Acanthoscelides obtectus* can potentially survive for a long period. Remarkable longevities (over 200 and sometimes 300 days) can be obtained when adults are fed with honeyed water, some sugared solutions, pollen, or a pasty mixture of honey and pollen.

Imaginal feeding is not necessary to the maturation of a basic stock of oocytes, but these food supplies increase ovarian production of about 50 p. 100 of females.

Références bibliographiques

- HUIGNARD J., 1973. Influence de quelques stimulations externes dues à la copulation sur la fonction reproductrice des femelles chez *Acanthoscelides obtectus* Say (Coléoptère, Bruchidae). Thèse Tours, 206 p.
- HUIGNARD J., 1976. Interaction between the host-plant and mating upon the reproductive activity of *Acanthoscelides obtectus* females (Coleoptera, Bruchidae). *Symp. Biol. Hung.*, **16**, 101-108.
- LABEYRIE V., 1960a. Influence de l'hôte sur la fécondité d'*Acanthoscelides obtectus*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **250**, 615-617.
- LABEYRIE V., 1960b. Action de la présence des grains de haricot sur l'ovogenèse d'*Acanthoscelides obtectus*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **250**, 2626-2628.
- LABEYRIE V., MAISON P., 1953. Observations préliminaires sur le comportement de la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* Say dans la nature. *Actes Congrès Luxembourg, Assoc. Franc. Avancement Sc.*, **73**, 473-475.
- LARSON, A. O., FISHER C. K., 1938. The bean weevil and the southern cowpea weevil in California. *U.S.D.A. Tech. Bull.*, **593**, 71 p.
- LEROI B., 1966. Influence de la date de fécondation sur la reproduction des femelles d'*Oryzaephilus surinamensis* L. (Coléoptère, Cucujidae). *C. R. Acad. Sc. Paris*, **263**, 529-532.
- LUCA DE Y., 1966. Alimentation imaginale des Bruchidés (Col.) *Parasitica*, **22**, 26-54.
- ZACHARIAE G., 1958. Das Verhalten des Speisebohnenkäfers *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera : Bruchidae) im Freien in Norddeutschland. *Z. angew. Entomol.*, **43**, 345-365.
- ZACHARIAE G., 1959. Kann sich der Speisebohnenkäfer *Acanthoscelides obtectus* Say als Freilandsschädling in Norddeutschland einbürgern ? (Coleoptera : Bruchidae). *Z. angew. Entomol.*, **45**, 225-267.
- ZACHER F., 1929. Nahrungsanswahl und Biologie der Samenkäfer. *Verhandl. Deutsch. Ges. angew. Entomol.*, **7**, 55-62.
- ZACHER F., 1951. Die Nahrungspflanzen der Samenkäfer. *Z. angew. Entomol.*, **33**, 210-217.

Méthode pratique d'interprétation de l'état des ovaires des acridiens du Sahel

My Hanh LAUNOIS-LUONG

GERDAT-PRIFAS B. P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex

Résumé

La méthode d'interprétation de l'état des ovaires mise au point sur *Locusta migratoria capito* (Saussure, 1884) par Launois (1972) est généralisable à l'étude de la production des œufs de la plupart des acridiens du Sahel. Les traces de ponte et les corps de résorption ovocytaires sont décrits et photographiés. Il est maintenant possible de reconstituer le passé ovarien des femelles de différentes espèces acridiennes capturées dans la nature et de connaître leur fécondité réelle. Les limites de la méthode sont discutées et des conseils pratiques sont donnés en vue d'une extension de ce type d'investigation à tous les acridiens économiquement dangereux.

Introduction

L'étude de la production des œufs chez les acridiens constitue un des éléments de la dynamique de population pour comprendre la genèse et l'entretien des pullulations locales ou généralisées. Trois méthodes d'approche sont couramment utilisées sur le terrain :

— la première consiste à dénombrer les ovocytes chorionnés retenus dans les calices des femelles capturées juste avant la ponte. Bien que précise au niveau de l'individu, cette méthode permet rarement de caractériser une population car la proportion de reproductrices trouvées dans cet état est souvent faible ;

— la seconde méthode est la recherche des oothèques déposées dans le sol. Si quelques succès ont été enregistrés dans les cas de pullulations importantes où de véritables champs de ponte ont pu être reconnus (Popov, 1959), il est cependant évident que la récolte des oothèques est difficile lorsque les populations imaginaires sont dispersées. La destruction des biotopes par grattage de la couche superficielle pour découvrir quelques pontes est en outre regrettable. Dans le cas de découverte d'oothèques, il reste à identifier l'espèce concernée en faisant éclore les œufs dans les pondeurs ou en s'aidant de certaines caractéristiques spécifiques telles que la forme, la couleur, la disposition des œufs, la texture du bouchon spumeux ou l'aspect des structures chorioniques dans les régions micropylaires (Descamps et Wintrebert, 1966) ;

— la troisième méthode est de capturer les femelles dans la nature et d'essayer

de les faire pondre en cage. La ponte en captivité peut être obtenue pour certaines espèces mais se révéler impossible pour d'autres. Dans tous les cas, le fonctionnement ovarien est profondément perturbé en quelques jours de captivité (Launois-Luong, 1972). Le nombre d'œufs et le nombre de pontes effectuées ne donnent alors qu'une indication très approximative de ce qui se passe en réalité dans la nature.

Les trois méthodes ont été utilisées pendant plusieurs dizaines d'années avec des fortunes diverses selon les circonstances acridiennes.

Il y eut quelques tentatives pour étudier la fécondité des femelles à partir de l'examen des ovaires (Phipps, 1950, 1962, 1966 ; Singh, 1958 ; Descamps et Wintrebert, 1961 ; Lusi, 1963). Il en est résulté des éclaircissements sur le fonctionnement ovarien des acridiens mais rien de décisif pour l'étude de la production des œufs, les difficultés d'interprétation des structures trouvées à la base des ovarioles semblant être un obstacle peu aisé à surmonter par observation directe comme par voie histologique ou histochimique.

L'étude du fonctionnement ovarien a été reprise sur le criquet migrateur malgache *Locusta migratoria capito* (Saussure 1884) ⁽¹⁾ en 1969-1970 (Launois, 1972). Il fut alors démontré que l'examen des ovaires permettait de connaître si une femelle sauvage a pondu ou non, et dans l'affirmative, le nombre de pontes effectuées (une, deux, trois ou plus de trois pontes). Quelques chercheurs travaillant en laboratoire n'ont pas retrouvé la même facilité d'interprétation sur les criquets en élevage. Ce fait n'a rien d'étonnant, le fonctionnement ovarien des insectes en captivité est souvent désynchronisé et donc d'interprétation difficile. Les histologistes ont également eu des difficultés pour distinguer les différences sur coupe entre les traces de ponte et les corps de résorption ovocytaire, ce qui peut être mis en rapport d'une part avec l'origine du matériel vivant (élevage), d'autre part avec les techniques de préparation incluant l'utilisation de solvants des lipides. En pratique, la différence entre les types de structures cellulaires est visible sans coloration sélective sous loupe binoculaire comme le confirmeront les photographies jointes à ce texte. Il restait cependant à vérifier que la lecture de l'état des ovaires est objective et à établir sa généralité au niveau des principaux acridiens du Sahel.

La méthode d'interprétation de l'état des ovaires a été mise en pratique dans le cadre du Projet de Recherches sur le Criquet Migrateur Malgache (PNUD/FAO MAG 70/523) de 1971 à 1973. Des assistants de recherche ont été entraînés à ce type d'investigation et les résultats analysés par Lecoq (1975) et par nous-même (Launois-Luong, 1975) ont démontré sans ambiguïté la valeur de cette méthode quant à sa précision et son efficacité. La part d'interprétation personnelle est donc négligeable sinon nulle. Par ailleurs, Launois (1974 c.p.) a vérifié sur le criquet migrateur africain *Locusta migratoria migratorioides* (Reiche et Farmaire 1850) au Mali que l'étude de la production des œufs pouvait être faite suivant les mêmes principes et sans difficulté. Pour cette espèce élevée en cage au laboratoire, il est toujours possible de dénombrer les œufs émis par les traces d'ovulation après chaque ponte récente (Le Berre, Rousillon et Laugé, 1977). Pourtant, sur d'autres espèces comme *Chrysochraon dispar*

⁽¹⁾ *Locusta migratoria capito* (Saussure) a été mis en synonymie avec *Locusta migratoria migratorioides* (Reiche et Farmaire) par Wintrebert (1970) d'après des critères morphologiques.

(Germar, 1835), aucun résultat probant n'a pu être obtenu par cette méthode (Guegen, 1976). Un cas intermédiaire est fourni par le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål). Expérimenté sous diverses conditions photo-thermopériodiques, cet acridien présente à la base des ovarioles des follicules vides après ovulation. Ces enveloppes non pigmentées sont bien des traces de ponte puisque leur nombre correspond exactement à celui des œufs pondus. Mais leur persistance est de courte durée (3 à 5 jours), une coloration jaune orangé uniformise ensuite corps de résorption et corps résiduel rendant impossible leur individualisation (Papillon et Laverjat, 1975).

Etant bien établi que cette méthode a fait ses preuves sur *Locusta migratoria* (Linné, 1758), et que les résultats obtenus sont très supérieurs à ceux issus des autres types d'approche en permettant en particulier d'avoir un bon échantillonnage de l'ensemble de la population femelle en place sans provoquer de perturbation du biotope, il nous a paru intéressant d'essayer de l'utiliser sur les acridiens du Sahel communément appelés « sauteriaux ».

Les caractéristiques générales de la structure et du fonctionnement ovarien des acridiens vont être rappelées dans un premier chapitre. Le second chapitre traitera de la préparation et de l'interprétation de l'état des ovarioles. Le troisième chapitre regroupera les conseils pratiques que l'on peut donner afin que ce document méthodologique facilite le travail des chercheurs désireux d'étudier la production des œufs dans la nature.

Les études de terrain ont été réalisées dans le cadre du Programme de Recherches Interdisciplinaire Français sur les Acridiens du Sahel (PRIFAS) financé par le Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) et le Groupement d'Etudes et de Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale (GERDAT) avec l'autorisation du Gouvernement de la République du Niger.

1. — Généralités sur la structure et le fonctionnement des ovaires des acridiens

1.1. Structure.

Les ovaires des acridiens sont de type panoïstique, c'est-à-dire que les ovogonies qui sont formées sont toutes susceptibles de devenir des ovocytes et de subir la vitellogenèse. Ce type primitif s'oppose aux ovaires méroïstiques caractérisés par la présence, en plus des ovocytes, de cellules nourricières ou trophocytes.

Les deux ovaires des acridiens sont composés chacun d'un même nombre d'ovarioles. Ce nombre varie selon l'espèce et parfois le groupement des individus. Ils sont disposés en arrangement pectiné sur un calice (fig. 1). Vers l'avant, le canal se transforme en glande accessoire ; vers l'arrière, il se prolonge en un oviducte rejoignant l'oviducte commun.

L'ovariole est l'unité de structure et de fonctionnement de l'ovaire (fig. 2). Son extrémité apicale est formée par le *filum* terminal qui s'étend au-delà du *germarium*, zone où se forment les gonies. Celles-ci se différencient ensuite en ovocytes empilés les uns sur les autres. L'ovocyte basal, situé près du pédicelle de l'ovariole est appelé ovocyte 1, l'ovocyte sus-jacent ovocyte 2 lequel est surmonté de l'ovocyte 3 et ainsi de suite jusqu'au *germarium*. Le numéro d'ordre est attribué aux ovocytes en fonction de leur ordre de formation. Il est sans relation avec la dénomination commune

d'ovocyte I et d'ovocyte II employée pour désigner les produits de la division méiotique.

Chaque ovocyte est entouré d'un épithélium folliculaire.

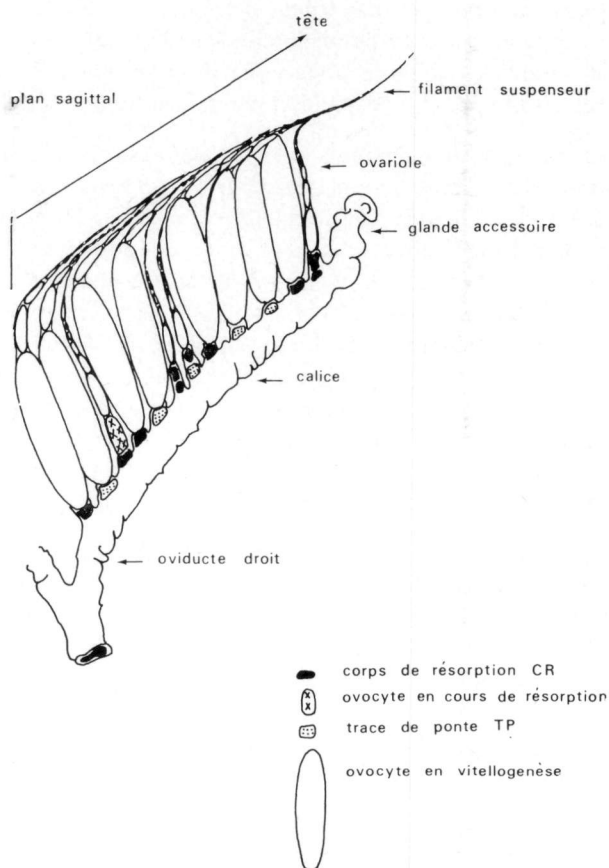


FIG. 1. — Représentation schématique d'un ovaire d'acridien.

1.2. Fonctionnement.

Le fonctionnement ovarien du criquet migrateur a été décrit par Phipps (1950). Dans les grands principes, il est le même chez la plupart des acridiens.

La mise en place des réserves vitellines jaunes (couleur plus ou moins pâle selon les espèces) commence par l'ovocyte situé le plus près de l'oviducte et se produit simultanément dans tous les ovarioles des deux ovaires. L'ovocyte sus-jacent ne commence généralement sa vitellogénèse que lorsque l'ovocyte basal a presque achevé la sienne. Les cellules folliculaires terminent la phase de dépôts vitellins par la formation du chorion.

Le nombre d'ovarioles caractéristique d'une espèce est fixé dès la naissance. Il

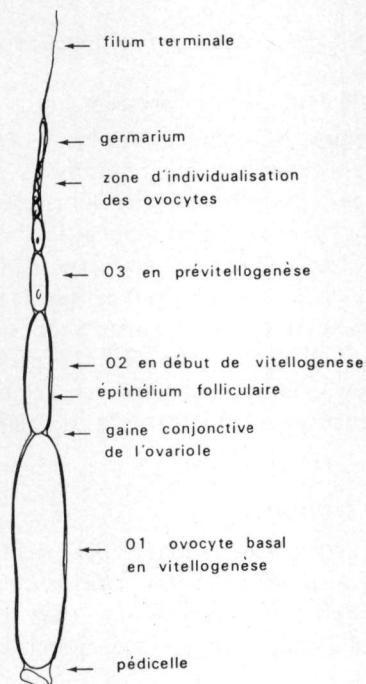


FIG. 2. — Représentation schématique d'un ovariole (cas d'une femelle n'ayant pas pondu).

peut se produire quelques dégénérescences pendant la vie larvaire, mais le phénomène est rare. En principe, les ovocytes d'un même rang subissent ensemble la vitellogenèse et participent à la même ponte. Certains ovocytes n'achèvent pas leur croissance et dégènèrent. Ce processus, appelé « résorption ovocytaire » est en fait un processus d'adaptation à des situations défavorables (Lusis, 1963) puisqu'il donne une chance aux femelles de produire quelques œufs dans le cas où la vitellogenèse de tous les ovocytes ne peut aboutir. Il existe cependant des exemples de résorption ovocytaire intégrale lorsque les conditions de maturation sont très défavorables, mais une ponte ultérieure reste possible dès que les conditions de l'environnement s'améliorent.

Deux types de structures sont identifiables à la base des ovarioles :

- des *traces de ponte* (TP) (nomenclature Launois, 1972), correspondant à l'enveloppe des cellules folliculaires dégénérées qui entourait l'ovocyte avant la ponte ;

- des *corps de résorption ovocytaire* (CR) dont l'origine est un ovocyte ayant échoué dans sa croissance vitelline. Les réserves accumulées par celui-ci seraient réutilisées en partie par d'autres ovocytes. Il subsiste des résidus non métabolisés à base de lipides (dont des caroténoïdes) entourés de l'enveloppe de cellules folliculaires. Les déchets vitellins sont plus ou moins pigmentés et de couleur jaune orangé à rouge vif.

Le détail des types de résorption ovocytaire est donné par Launois (1972).

2. — Examen des ovaires et interprétation de leur état

2.1. Préparation des ovaires.

Il est conseillé de disséquer les femelles dans les heures qui suivent leur capture pour éviter toute altération des ovaires (modifications *post-mortem*, soudures des ovarioles entre elles...) et de les tuer juste avant l'extraction des gonades.

Les ovaires extraits de l'abdomen sont séparés l'un de l'autre en tirant en sens inverse sur les oviductes. Chaque ovaire est immergé dans du liquide physiologique de type Ringer. A défaut, on peut remplacer ce dernier par de l'eau légèrement salée (9 g p. 1 000). Les ovarioles d'un même ovaire sont séparés en petits groupes en coupant l'oviducte à intervalles réguliers sans léser les pédicelles ovariolaires. L'examen des ovarioles a lieu sous la loupe binoculaire en éclairage épiscopope. La gaine conjonctive enrichie de trachées et de trachéoles doit être enlevée lorsqu'elle gêne l'examen.

2.2. Interprétation de l'état des ovaires.

L'interprétation de l'état des ovaires a pour but essentiel de reconstituer le passé ovarien de la femelle disséquée. Pour faciliter la démonstration, celle-ci va s'appuyer sur des exemples photographiques pris à dessein chez six espèces différentes pour montrer qu'il s'agit bien d'un même type de fonctionnement (Pl. I. Photographies 1. 2. 3.).

L'ovariole représenté est prélevé chez une femelle d'*Aiolopus thalassinus* Fabricius, 1781.

Les photographies illustrent les principales phases de l'ovulation.

Sur la photographie 1 : l'ovocyte chorioné est en début d'ovulation. Il passe à travers le manchon de cellules folliculaires qui demeure attaché à l'ovariole.

Sur la photographie 2 : l'ovocyte est presque entièrement dégagé de l'ovariole. La gaine de cellules folliculaires s'écarte à mesure de l'expulsion de l'ovocyte.

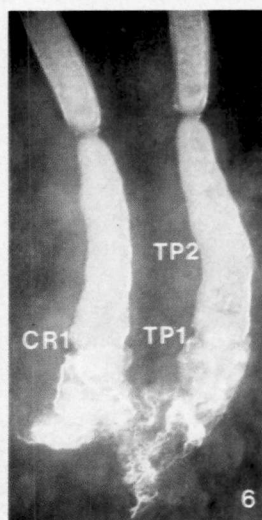
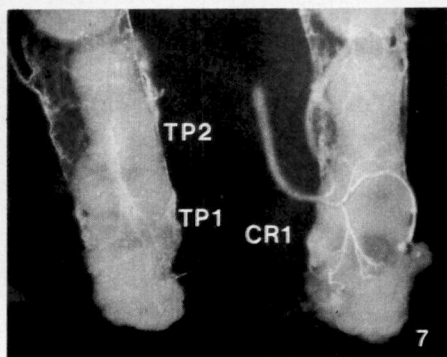
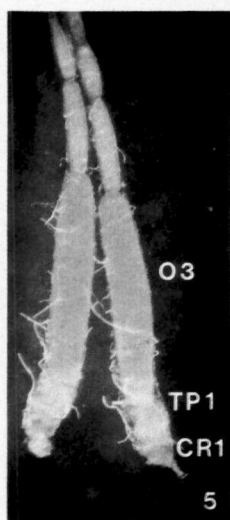
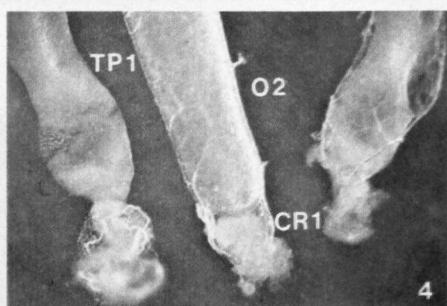
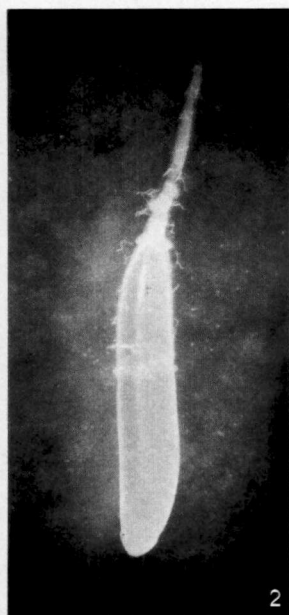
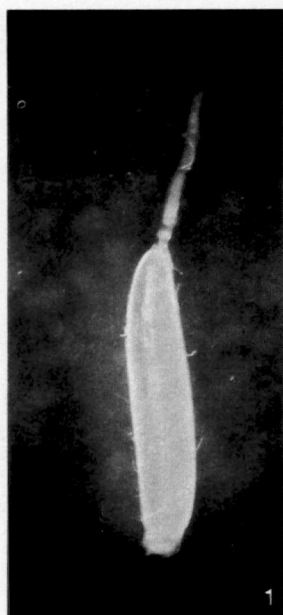
Sur la photographie 3 : l'ovocyte est libéré de l'ovariole. Dépourvue de son support, la gaine de cellules folliculaires va rapidement se rétracter et devenir une trace de pont (TP) (Pl. I. Photographie 4).

Les trois ovarioles appartiennent à une femelle d'*Acrotylus patruelis* Herrich-Schäffer, 1838 en cours de première ponte.

Les ovarioles de droite et de gauche montrent l'aspect de traces de pont nouvellement formées. Les ovocytes qu'elles contenaient sont encore retenus dans les oviductes au moment de la dissection. Sur l'ovariole de gauche, la gaine des trachéoles a été enlevée pour mieux montrer la structure du manchon de cellules folliculaires. Le pédicelle de l'ovariole est dépourvu de toute autre formation, il s'agit donc d'une trace de la première ponte TP1, préparée mais non encore émise par la femelle.

Dans l'ovariole placé au centre, l'ovocyte 1 a commencé à se résorber au début de la vitellogénèse, il en résulte un corps de régression jaune clair CR1. L'ovocyte 2 sus-jacent est en début de vitellogénèse et si les conditions de croissance deviennent favorables, il gardera toutes les chances de devenir un œuf.

Ainsi, cette reproductrice n'a pas encore pondu mais est prête à pondre une première fois. Les œufs retenus dans les oviductes proviennent des ovocytes de rang 1 (Pl. I. Photographie 5).



Les ovarioles de *Catantops haemorrhoidalis* Krauss, 1877 témoignent que la femelle a pondu une seule fois. Le premier ovocyte O1 a échoué dans sa vitellogenèse (confirmation par l'examen de tous les ovarioles des deux ovaires) et a fourni un corps de résorption de couleur orange CR1. L'ovocyte 2 a réussi à accomplir sa croissance jusqu'à son terme. Il a été expulsé très récemment et son enveloppe folliculaire TP1 tend à diminuer de taille en raison de l'élasticité du tissu d'une part et de la pression exercée par l'ovocyte sus-jacent d'autre part (Pl. I. Photographie 6).

Les deux ovarioles appartiennent à une femelle de *Pyrgomorpha cognata* Krauss, 1877 qui a pondu une fois et est sur le point de pondre une deuxième fois (les œufs sont encore retenus dans les oviductes). On remarque dans l'ovariole de gauche un corps de résorption orangé CR1 et une trace de ponte TP2 très récente, encore distendue et de couleur blanche. Dans l'ovariole de droite, apparaissent clairement les deux traces de ponte TP1 et TP2. La plus ancienne est celle qui se trouve à la base de l'ovariole. Elle est légèrement colorée en jaune clair (Pl. I. Photographie 7).

Les ovarioles d'une femelle d'*Acridoderes strenuus* Walker, 1870 illustrent un cas plus difficile. L'ovariole de gauche porte une vieille trace de ponte TP1 devenue jaune, surmontée d'une trace de ponte plus récente TP2. Le rythme de ponte a été très lent. Dans l'ovariole de droite, l'ovocyte 1 a échoué dans sa vitellogenèse et forme un corps de résorption CR1, tandis que l'ovocyte 2 a participé à la ponte. La distinction entre TP1 et CR1 est plus difficile à faire sur photographie qu'en observation directe car les nuances de texture ne sont pas exactement rendues. Toutefois, on peut remarquer que les résidus vitellins du corps de résorption forment des grains alors que la texture de TP1 est beaucoup plus fine (Pl. II. Photographie 8).

Les quatre ovarioles prélevées sur cette femelle de *Chrotogonus senegalensis* Krauss, 1877 illustrent tous les types de fonctionnement pour les ovocytes 1 et 2 au sein d'un même ovaire. De gauche à droite, on distingue :

TP1 et TP2
TP1 et CR2
CR1 et TP2
CR1 et CR2.

Cette reproductrice a pondu deux fois et l'ovocyte 3 est en début de vitellogenèse. On note le léger retard de développement de l'ovocyte 3 qui surmonte les deux corps de régression. L'ovocyte en croissance a de fortes chances de participer à la ponte suivante grâce à un phénomène de rattrapage toujours possible (Pl. II. Photographie 9).

Les ovarioles d'*Ornithacris turbida* Finot, 1907 sont également d'interprétation facile. On distingue de gauche à droite :

TP1 TP2 ovocyte 3 en vitellogenèse
TP1 CR2 ovocyte 3 en vitellogenèse
CR1 TP2 ovocyte 3 en vitellogenèse
CR1 CR2 ovocyte 3 en vitellogenèse.

Chez cette espèce, le vitellus est très coloré et les corps de résorption sont de couleur rouge orangé.

Ainsi, cette femelle a pondu deux fois. Le nombre d'œufs à chaque ponte peut être connu par un décompte des traces de ponte TP1 et TP2 de tous les ovarioles (Pl. II. Photographie 10).

La femelle de *Chrotogonus senegalensis senegalensis* (Krauss, 1877) dont on voit quatre ovarioles a pondu deux fois. On reconnaît deux types de fonctionnement :

TP1 et TP2
CR1 et CR2.

Tous les ovocytes 3 ont achevé leur vitellogenèse et le chorion est en cours de formation. Les ovocytes vont constituer la future troisième ponte qui aura lieu dans les jours qui suivent, à moins qu'une régression tardive n'intervienne.

On peut donc établir en étudiant tous les ovarioles des deux ovaires :

- le nombre d'œufs produits à la première ponte (somme des TP1) ;
- le nombre d'œufs produits à la deuxième ponte (somme des TP2) ;
- et, connaissant le nombre d'ovarioles, le nombre et la proportion de régression pour chaque ponte, ce qui donne une expression de rendement ovarien (Pl. II. Photographie 11).

L'ovariole de *Catantops haemorrhoidalis* est caractéristique d'une vieille femelle ayant pondu plus de trois fois.

Comme Launois (1972), nous distinguons une gaine ovariolaire distendue autour des ovocytes. Ces derniers sont en prévitellogenèse avec une taille supérieure à la moyenne des cellules en croissance. Leur nombre est faible. A la base de l'ovariole, le pédicelle est gonflé et déformé par l'entassement des traces de ponte et de corps de régression successifs.

En principe, il est presque impossible de discerner plus de trois pontes car les corps de résorption et les traces de ponte tendent à fusionner. Il est très rare d'observer les traces identifiables de quatre pontes successives.

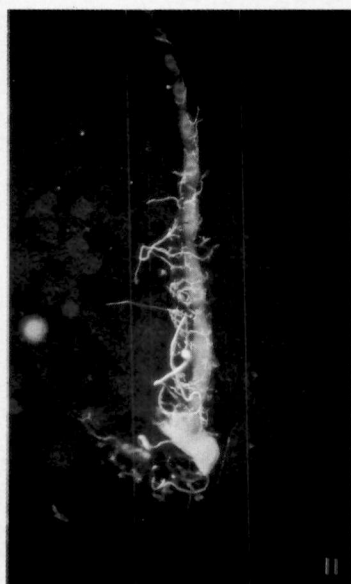
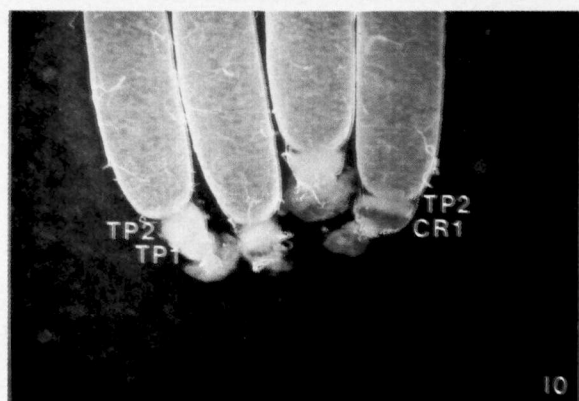
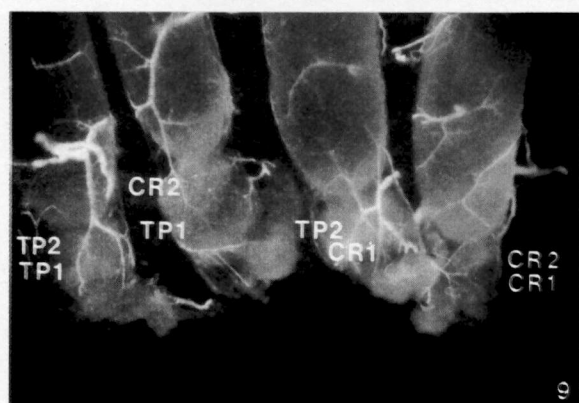
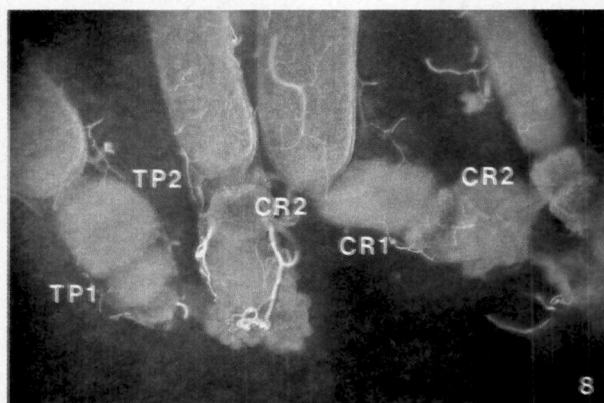
2.3. Contrôle de la validité de l'interprétation.

Nous avons vérifié la corrélation existant entre le nombre d'œufs contenus dans les oviductes et les traces de ponte correspondantes pour sept espèces acridiennes (tabl. 1).

TABLEAU 1

Relation entre le nombre d'œufs contenus dans les oviductes
et les traces de ponte correspondantes

Espèce	Nombre d'œufs	Nombre de TP	Degré de liberté	t calculé	t théorique à 95 p. 100
<i>Acrotylus blondeli blondeli</i> Saus- sure, 1884	16,8	17,4	27	1,84	2,05
<i>Acrotylus patruelis</i>	21,5	21,5	20	0,10	2,09
<i>Catantops haemorrhoidalis</i>	34,7	35,2	23	1,29	2,07
<i>Chrotogonus senegalensis</i>	30,5	31,2	26	1,27	2,06
<i>Morphacris fasciata</i> Thunberg, 1915	30,3	30,2	19	0,40	2,09
<i>Oedaleus senegalensis</i> Krauss, 1877.	24,9	25,6	17	1,44	2,11
<i>Pyrgomorpha cognata</i>	41,7	40,4	8	1,65	2,31



Dans tous les cas, les différences observées ne sont pas significatives. La reconnaissance des traces de ponte est donc correcte. Notons cependant que les conditions de mise en évidence étaient favorables puisqu'il s'agissait de pontes récentes. Les risques d'erreurs augmentent à mesure du vieillissement des traces de ponte.

Il existe cependant des cas difficiles qui peuvent entraîner des risques d'erreurs dans le dénombrement des traces de ponte. Ce risque sera réduit au minimum si les caractères présomptifs basés sur l'examen externe de l'insecte et les caractères absolus observés sur les ovarioles décrits par Launois (1972) sur *Locusta migratoria capito*, valables pour la plupart des acridiens du Sahel, sont effectivement examinés.

2.4. Difficultés rencontrées.

La distinction visuelle et sans coloration supplémentaire des traces de ponte et des corps de résorption repose sur des différences de structure (perméabilité à la lumière, transparence en éclairage diascopique, aspect plus ou moins granuleux en éclairage épiscopique) et de couleur. Les traces de ponte varient du blanc opaque au jaune clair. Elles acquièrent parfois avec le temps une teinte légèrement verdâtre. Il arrive que les cellules folliculaires d'une trace de ponte ancienne aient un fonctionnement résiduel et secrètent un peu de « vitellus » dans la lumière du manchon folliculaire. Ce phénomène très rare a été décrit comme une pseudo-vitellogenèse (Lusis, 1963 ; Phipps, 1966 ; Launois, 1972). Les corps de résorption sont de couleur jaune orangé, souvent rouge franc, la densité pigmentaire dépend de l'état d'avancement de la vitellogenèse atteint par l'ovocyte avant sa résorption et de la couleur du vitellus qui diffère d'une espèce à l'autre (différence de métabolisme et de nourriture, Launois-Luong, 1975). C'est ainsi que les espèces à vitellus très peu coloré comme :

Acorypha clara Walker, 1870,
Acorypha glaucopsis Walker, 1870,
Acorypha picta Krauss, 1877,
Aiolopus simulator Walker, 1870,
Aiolopus thalassinus Fabricius, 1781,

présentent plus de difficultés que d'autres espèces à vitellus de couleur jaune plus foncé pour l'interprétation de l'état des ovarioles.

Les sécrétions des glandes accessoires peuvent aussi gêner l'examen. Si elles sont blanches ou jaunâtres, elles opacifient la préparation. C'est le cas de :

Acanthacris ruficornis citrina Serville, 1838,
Acorypha glaucopsis,
Kraussaria angulifera Krauss, 1877,
Heteracris annulosus Walker, 1870,
Tylotropidius gracilipes Brancsik, 1895.

Lorsqu'elles sont orangées (*Acrida bicolor* Thunberg, 1815) ou rougeâtres (*Chrotogonus senegalensis*), les sécrétions peuvent remonter par le pédicelle des ovarioles et colorer les traces de ponte normalement blanches ou jaune clair. La différence de structure des formations permet généralement de lever le doute.

La dimension des ovaires varie évidemment beaucoup d'un acridien à l'autre. Mais si l'on dispose d'une loupe avec différents grossissements, la petite taille des ovarioles de certaines espèces comme *Pyrgomorpha cognata* n'est pas un handicap.

On peut reprocher à cette méthode de ne pas permettre de distinguer les femelles ayant pondu quatre, cinq, six fois ou plus, autrement qu'en les regroupant en une classe unique « plus de trois pontes ». En réalité, le nombre moyen de pontes déposées par la majorité des femelles dans la nature est faible. Ce fait a été vérifié pour de nombreuses espèces : *Chorthippus* spp. (Richards et Waloff, 1954), *Schistocerca gregaria* (Popov, 1958 in Dempster, 1963), *Doclostaurus marrocanus* (Merton, 1959), *Gomphocerus sibericus* (Stevanović, 1961), *Locusta migratoria capito* (Launois, 1972, 1974 ; Lecoq, 1975), *Oedaleus senegalensis* (Launois-Luong, 1976). Néanmoins, des exceptions peuvent exister.

Nos études de fécondité ont été effectuées sur vingt-neuf espèces sahéliennes. Dans le tableau 2, le degré de difficulté d'interprétation du fonctionnement ovarien est indiqué par un indice variant de 0 à 3 :

- 0 interprétation impossible,
- 1 interprétation possible mais difficile,
- 2 interprétation facile,
- 3 interprétation très facile.

TABLEAU 2

Degré de difficulté d'interprétation du fonctionnement ovarien

<i>Pyrgomorphidae</i>	
<i>Chrotogonus senegalensis senegalensis</i>	2
<i>Pyrgomorpha cognata</i>	2
<i>Calliptaminae</i>	
<i>Acorypha clara</i>	1-0
<i>Acorypha glaucopsis</i>	1-0
<i>Acorypha picta</i>	1-0
<i>Eyprepocnemidinae</i>	
<i>Cataloipus cymbiferus</i> Krauss, 1877	3
<i>Heteracris annulosus</i>	3
<i>Tylotropidius gracilipes</i>	2
<i>Catantopinae</i>	
<i>Catantops axillaris</i> Thunberg, 1815	3
<i>Catantops haemorrhoidalis</i>	3
<i>Catantops stylifer</i> Krauss, 1877	3
<i>Cyrtacanthacridinae</i>	
<i>Acanthacris ruficornis citrina</i>	2
<i>Acridoderes strenuus</i>	3
<i>Kraussaria angulifera</i>	2
<i>Ornithacris turbida cavroisi</i> Finot, 1907	3
<i>Orthacanthacris humilicrus</i> Karsch, 1896	3
<i>Acridinae</i>	
<i>Acrida bicolor</i>	2
<i>Oedipodinae</i>	
<i>Acrotylus blondeli blondeli</i>	2
<i>Acrotylus patruelis</i>	2
<i>Aiolopus simulator</i>	1-0
<i>Aiolopus thalassinus</i>	1-0
<i>Eurysternacris brevipes</i> Chopard, 1947	3
<i>Gastrimargus africanus</i> Saussure, 1888	3
<i>Locusta migratoria migratorioides</i>	3
<i>Morphacris fasciata</i>	3
<i>Oedaleus nigeriensis</i>	3
<i>Oedaleus senegalensis</i>	3
<i>Sphingonotus canariensis</i> Saussure, 1884	2
<i>Trilophidia conturbata</i> Walker, 1870	3

Dans vingt-quatre cas sur vingt-neuf, l'interprétation est possible, facile ou très facile. On remarquera à quelques exceptions près, une assez grande homogénéité dans les possibilités d'interprétation en fonction des familles taxonomiques. Les essais infructueux d'autres chercheurs peuvent s'expliquer par le fait qu'ils ont étudié par malchance les espèces dont l'état ovarien est plus difficile à interpréter.

3. — Conseils pratiques

3.1. Apprentissage de la méthode.

Pour être fiable, cette méthode exige de l'observateur un apprentissage préalable qu'il pourra acquérir rapidement s'il procède aux contrôles suivants :

- observation de la cinétique ovarienne,
- contrôle du nombre d'œufs produits et du nombre de traces de ponte correspondantes.

Ces contrôles peuvent se faire à partir d'élevage en cage pour les espèces qui arrivent à pondre en captivité telles que *Locusta migratoria* ou *Nomadacris septemfasciata* Serville, 1833. Le fonctionnement ovarien est cependant moins homogène et on peut parfois observer des ovocytes de rangs différents participer à une même ponte.

La phase d'apprentissage terminée, une dissection bien conduite dure de 3 à 10 mn en fonction des difficultés rencontrées.

3.2. Comptage des traces de ponte et des corps de résorption.

Le dénombrement des traces de ponte et des corps de résorption des trois étages ovocytaires est rendu plus aisé par l'utilisation d'un boulier du modèle suivant. Sur une planchette de bois inclinée, on dispose six rangées horizontales de fil de fer fin parallèles et groupées 2 par 2. Chaque paire présente l'état d'un ovocyte. Celui-ci peut être à l'état de trace de ponte TP ou de corps de résorption CR. Les TP sont représentées par des perles de couleur blanche (rangée haute), les CR par des perles de couleur rouge (rangée basse). Il suffit alors de déplacer les perles représentant successivement :

TP1

CR1

TP2

CR2

TP3

CR3

pour connaître le nombre de TP et de CR à chaque étage ovocytaire. Une échelle chiffrée disposée sous les fils permet de lire immédiatement le total. Pour avoir le nombre d'ovarioles, on amène les perles représentant les CR dans le prolongement des TP et on lit la somme.

3.3. Examen d'un seul ovaire.

Launois (1972) a montré que chez *Locusta migratoria*, la dissection d'un seul ovaire suffit pour donner une évaluation correcte de la production des œufs d'une femelle en multipliant les comptages par 2, les deux ovaires ne présentant pas de différences significatives, ni dans leur structure ni dans leur fonctionnement.

Des vérifications ont été effectuées sur sept espèces pour voir si l'on pouvait procéder de même car le bénéfice est évident au niveau du temps consacré à la dissection. Des comparaisons ont été établies entre le nombre d'ovarioles de l'ovaire droit et celui de l'ovaire gauche ainsi que le nombre d'œufs produits par chacun de ceux-ci. Pour chaque espèce, l'effectif de l'échantillon est de cinquante femelles.

TABLEAU 3

Comparaison du nombre d'ovarioles et du nombre d'œufs
produits par l'ovaire droit et par l'ovaire gauche

Espèce	Ovaire droit	Ovaire gauche	t calculé
<i>Acrotylus blondeli blondeli</i>	N ov. m 11,34	11,42	0,29
	e..... 1,33	1,40	
	N œ. m 8,68	8,06	1,05
	e..... 2,87	3,03	
<i>Acrotylus patruelis</i>	N ov. m 13,06	13,08	0,08
	e..... 1,35	1,21	
	N œ. m 9,94	9,78	0,27
	e..... 2,87	3,00	
<i>Catantops haemorrhoidalis</i>	N ov. m 19,40	18,60	1,40
	e..... 2,06	3,49	
	N œ. m 12,74	12,38	0,31
	e..... 5,92	5,62	
<i>Chrotogonus senegalensis</i>	N ov. m 19,94	19,56	1,13
	e..... 1,62	1,75	
	N œ. m 14,04	13,88	0,22
	e..... 3,44	3,97	
<i>Morphacris fasciata</i>	N ov. m 17,51	17,57	0,37
	e..... 1,43	2,03	
	N œ. m 12,88	13,14	0,37
	e..... 3,43	3,57	
<i>Oedaleus senegalensis</i>	N ov. m 20,30	20,04	0,69
	e..... 2,07	1,69	
	N œ. m 11,10	11,22	0,15
	e..... 3,77	4,04	
<i>Pyrgomorpha cognata</i>	N ov. m 32,70	32,60	0,14
	e..... 3,63	3,71	
	N œ. m 23,08	23,07	0,04
	e..... 6,83	7,29	

N ov. : nombre d'ovarioles,

N œ. : nombre d'œufs,

m : moyenne,

e : écarts-type,

t : valeur de t calculée,

valeur de t théorique à 95 p. 100 : 1,99.

Il n'y a pas de différence significative au seuil de 95 p. 100 entre le nombre d'ovarioles des deux ovaires et le nombre d'œufs produits par l'ovaire droit et par l'ovaire gauche. Il suffit donc de disséquer un seul ovaire et de multiplier le résultat par deux pour avoir le nombre d'ovarioles et le nombre d'œufs produits à chaque ponte.

Les espèces ayant été choisies en fonction de leur abondance dans la région de Maradi (Niger) et appartenant à des familles et sous-familles différentes, on peut penser que ces résultats sont généralisables. En passant moins de temps à la dissection

d'une femelle, il est possible d'en étudier un plus grand nombre et d'obtenir un meilleur échantillonnage. La perte apparente de précision au niveau de l'individu se solde par une meilleure représentativité au niveau de la population.

Conclusion

La méthode d'interprétation de l'état des ovaires mise au point par Launois (1972) sur le Criquet migrateur malgache se révèle très utile pour étudier la fécondité de nombreux acridiens du Sahel. Les principes généraux sont toujours valables.

Grâce aux photographies en couleur réalisées sous loupe binoculaire, nous avons la possibilité de fournir la preuve visuelle de l'existence de traces de ponte et de distinguer celles-ci des corps de résorption ovocytaire. Cette évidence est doublée d'une étude statistique montrant que le décompte de ces amas cellulaires est une méthode efficace permettant d'évaluer la fécondité des acridiens dans la nature. Il y a pourtant quelques exceptions, c'est-à-dire des espèces chez lesquelles le risque d'erreur d'interprétation est trop grand pour que cette méthode soit utile. Mais chez la plupart des autres espèces, il suffit d'examiner la base des ovarioles sous loupe binoculaire sans préparation spéciale pour distinguer cinq catégories de femelles :

1. femelle n'ayant jamais pondu,
2. femelle ayant pondu une fois,
3. femelles ayant pondu deux fois,
4. femelle ayant pondu trois fois,
5. femelle ayant pondu plus de trois fois.

En plus du nombre de pontes par femelle, on peut connaître le nombre total d'ovarioles et pour les catégories 2, 3, 4, le nombre d'œufs produits à chaque ponte, antérieurement à la capture.

Plus de dix mille femelles appartenant à une trentaine d'espèces différentes ont été disséquées selon cette méthode. Pour obtenir la même précision sur la production des œufs en recherchant les oothèques enfouies dans le sol, il aurait fallu sarcler avec précaution plusieurs centaines d'hectares.

Ainsi, tout en insistant sur l'existence de difficultés réelles que présentent certaines espèces, nous pensons souhaitable que cette méthode soit utilisée plus couramment sur le terrain et étendue à tous les acridiens économiquement dangereux. Elle permet non seulement de connaître l'activité génésique instantanée et passée des reproductrices, mais aussi d'apprécier leur état physiologique général et de mesurer la diversité des réponses lorsque les femelles sont soumises à un environnement donné. L'ensemble apporte des éléments qui peuvent servir à la mise en évidence des déplacements interstationnels (Launois et Lecoq, 1976) et à préciser la définition de l'optimum écologique et du domaine de survie de chaque acridien.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Remerciements

Je remercie Mlle G. Laugé et mes collègues MM. J. F. Duranton, M. Launois et M. Lecoq pour leurs avis, conseils et facilités.

Summary

Interpreting method of the ovaries state of Locusts and grasshoppers in the Sahel

The interpreting method of the ovaries state set up on *Locusta migratoria capito* Saussure, 1884 by Launois (1972) is generalised to the study of egg production of the most sahelien acridids. Ovulation traces and ovocytary resorption corpses have been observed and photographed. Now, it is possible to reconstitute the ovarian story of wild females of different species and to know their real fecundity in the field. The method limits are discussed and practical advices are given in purpose of a generalisation of this type of investigation to all acridids economically dangerous.

Références bibliographiques

- DESCAMPS M., WINTREBERT D., 1961. Quelques remarques et recherches préliminaires à propos des critères de maturité sexuelle et de ponte chez les femelles d'acridiens migrants. *Rev. Path. veg. Ent. agr.*, **40**, 131-143.
- DESCAMPS M., WINTREBERT D., 1966. *Pyrgomorphidae et Acrididae* de Madagascar. Observations biologiques et diagnoses (Orth. Acridoidea). Instituto Español de Entomologia. Madrid. EOS, **42**, 263 p.
- DEMPSTER J. P., 1963. The population dynamics of grasshoppers and locusts. *Biol. Rev.*, **38**, 490-529.
- GUEGEN A., 1976. Recherches sur les Orthoptères des zones d'incultures de base altitude. Thèse de doctorat de 3^e cycle, Rennes, 175 p., 4 annexes.
- LAUNOIS M., 1972. Contribution à l'étude du fonctionnement ovarien du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* Sauss. dans la nature. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, n° hors série, 55-116.
- LAUNOIS M., 1974. Influence du facteur pluviométrique sur l'évolution saisonnière du criquet migrateur en phase solitaire et sur sa grégarisation à Madagascar. Thèse d'Etat. Université Paris XI, Orsay. Ministère de la Coopération, Paris, 159 p.
- LAUNOIS M., LECOQ M., 1976. Essai d'utilisation de marques naturelles pour la caractérisation des populations solitaires du Criquet migrateur malgache et la mise en évidence de déplacements. *C. R. Acad. Sc.*, Paris, **283**, série D, 89-92.
- LAUNOIS-LUONG M. H., 1972. Influence du conditionnement imaginal sur la reproduction du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* (Sauss.) en insectarium dans le Sud-Ouest malgache. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, n° hors série, 117-158.
- LAUNOIS-LUONG M. H., 1975. L'alimentation du criquet migrateur *Locusta migratoria capito* (Sauss.) en phase solitaire à Madagascar. Régimes et effets. Thèse d'Etat. Université Paris XI, Orsay. Ministère de la Coopération, Paris, 202 p.
- LAUNOIS-LUONG M. H., 1976. Etude de la production d'*Oedaleus senegalensis* (Krauss) au Niger (Région de Maradi). Rapport GERDAT/PRIFAS, C/003/2, D : 39, 19 p. (sous presse, Bull. IFAN).
- PAPILLON M., LAUVERJAT S., 1975. Dynamique de l'ovogenèse chez la locuste pèlerine, *Schistocerca gregaria* (Forsk.). Influence de la température. *Acrida*, **4**, 155-170.
- LECOQ M., 1975. Les déplacements par vol du criquet migrateur malgache en phase solitaire. Leur importance sur la dynamique des populations et la grégarisation. Thèse d'Etat. Université Paris XI, Orsay, Ministère de la Coopération, Paris, 272 p.
- LUSIS O., 1963. The histology and histochemistry of the development and resorption in the terminal oocytes of the Desert Locust *Schistocerca gregaria*. *Quart. J. micr. Sci.*, **104**, 57-68.
- MARTOJA R., 1966. Sur quelques aspects de la biologie des Orthoptères en relation avec la présence de concentration microbienne (Bactéries intestinales, Rickettsies). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N. S.)*, **11**, 753-940.
- MERTON L. F. H., 1959. Studies in the ecology of the Moroccan Locust (*Dociostaurus maroccanus* Thunb.) in Cyprus. *Anti Locust Bull.*, **34**, 123 p.
- LE BERRE J. R., ROUSSILHON C., LAUGÉ G., 1977. Activité alimentaire d'une souche de *Locusta migratoria* soumise à diverses conditions d'élevage. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, **9**, 515-525.
- PHIPPS J., 1950. The maturation of the ovaries and the relation between weight and maturity in *Locusta migratoria migratorioides* (R. and F.). *Bull. entomol. Res.*, **40**, 539-57.
- PHIPPS J., 1962. The ovaries of some Sierra Leone Acridoidea (Orthoptera) with some comparisons between East and West African forms. *Proc. R. entomol. Soc. Lond.*, (A), **37**, 13-21.
- PHIPPS J., 1966. Ovulation and oocyte resorption in Acridoidea. *Proc. R. ent. Soc. Lond.*, (A), **41**, 78-86.
- POPOV G. B., 1958. Note on the frequency and rate of oviposition in swarms of the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* Forsk.). *Entomol. mon. Mag.*, **94**, 176-80.
- POPOV G. B., 1959. Ecological studies in oviposition by *Locusta migratoria migratorioides* (R. and F.) in its outbreak area in the French Sudan. *Locusta*, **6**, 3-62.

- RICHARDS O. W., WALOFF N., 1954. Studies on the biology and population dynamics of british grasshoppers. *Anti Locust Bull.*, **17**, 187 p.
- SINGH T., 1958. Ovulation and corpus luteus formation in *Locusta migratoria migratorioides* (R. and F) and *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Trans. R. entomol. Soc. Lond.*, **110**, 1-20.
- STEVANOVIC D., 1961 in UVAROV B. P., 1977. Grasshoppers and Locusts, **2**, COPR, 613 p.
- WINTREBERT D., 1970. Identité, écologie et comportement du criquet migrateur dans le Sud-Ouest malgache. Thèse publiée en 1972. *Ann. Soc. Entomol., Fr.*, **6**, 35-152.
-

Bio-écologie de *Prays oleae* Bern. (Lepidoptera, Plutellidae) dans la province de Grenade : durée de développement et variables climatiques

P. RAMOS, M. CAMPOS et J. M. RAMOS

Estación Experimental del Zaidín, C. S. I. C. Grenade (Espagne)

Résumé

Les relations statistiques entre variables climatiques et durée des divers stades de développement, sont établies pour des populations de la teigne de l'olivier, *Prays oleae* Bern., de la province de Grenade (Espagne), à partir des données de cinq ans d'observations.

Des corrélations hautement significatives permettent de donner des prévisions sur la durée des divers stades à partir des relevés climatiques du biotope.

Introduction

De 1972 à 1976 nous avons étudié la durée de développement embryonnaire, larvaire, nymphale et la longévité des adultes de la teigne de l'olivier, *Prays oleae* Bern., au cours de chacune des trois générations annuelles (anthophage au printemps, carpophage en été et automne, phyllophage en hiver) dans des olivettes de la province de Grenade. Pendant cinq années consécutives nous avons échantillonné les populations de *P. oleae* en plein air et nous avons prélevé d'importants échantillons de chenilles pour établir un élevage dans des conditions de température et d'hygrométrie correspondant à la moyenne climatique du biotope.

A partir des données de laboratoire et de données de terrain, nous avons effectué l'analyse statistique des relations avec les variables climatiques, au moyen de corrélations et de régressions simples et multiples.

Matériel et méthodes

Les prélèvements d'échantillons pour élevage, ainsi que les méthodes d'élevage ont été déjà décrits (Ramos et coll., 1977). Toutefois, les difficultés de manutention en laboratoire de matériel vivant n'ont pas toujours permis l'emploi de la même méthode. La mortalité larvaire au jeune âge est très élevée dans ces conditions et nous avons dû suivre des méthodes « indirectes » : d'une part, des larves « in situ » dans les olivettes ont été échantillonnées et observées chaque jour. D'autre part,

nous avons noté, en élevage dans des conditions climatiques contrôlées, les dates d'éclosion des œufs et d'entrée en nymphose des chenilles. Ces méthodes indirectes présentent toutefois des risques d'erreur qu'il est difficile d'éviter. Les adultes de *P. oleae* ont été maintenus sans alimentation, en couples, et les femelles disposent de brindilles d'olivier pour déposer leurs œufs.

Les corrélations et régressions ont été effectuées à partir d'un nombre de données représentant 10 p. 100 de la totalité ; cependant, pour les chenilles on a utilisé 100 p. 100 des relevés.

Pour l'étude de la durée du développement larvaire, nous avons utilisé des corrélations simples, car on cherchait seulement à étudier l'influence des variables climatiques sur cette durée, et, dans l'affirmative, confirmer notre hypothèse que la température moyenne était le facteur climatique le plus important.

Résultats et discussion

Nous avons tracé les diagrammes de dispersion ou courbes représentatives des durées de chaque stade de la teigne en fonction des diverses variables climatiques : température maximale et minimale, température moyenne, écart entre température maximale et minimale, hygrométrie relative de l'air, insolation, pluviométrie.

D'entrée on observe que les meilleures régressions sont celles potentielles de la durée des divers stades en fonction de la température moyenne.

Les corrélations et régressions multiples ont été calculées, pour chaque stade de développement du phytophage, en prenant les variables climatiques ayant donné les meilleurs coefficients de corrélation simple. Toutefois, seuls l'écart et l'hygrométrie étaient de toute évidence importants. C'est pourquoi la pluviométrie et l'insolation n'y sont pas inclus.

TABLEAU 1

Durée d'incubation des œufs de P. oleae, des trois générations, en fonction des variables climatiques pendant la période de développement embryonnaire, au cours de cinq ans d'observations

	N	$\bar{x}$	r	R	Eq
A	277	9,21	— 0,715 9 ***	0,743 4 ***	Di = 237,98 Tmd ^{-1,12}
C	230	6,70	— 0,465 3 ***	0,580 9 ***	Di = 324,52 Tmd ^{-1,22}
Ph	222	23,89	— 0,875 3 ***	0,954 6 ***	Di = 3 323,41 Tmd ^{-1,96}

A : génération anthophage.

C : génération carpophage.

Ph : génération phyllophage.

N : effectif des œufs observés.

$\bar{x}$: moyenne de Di.

Di : durée d'incubation des œufs (en jours).

r : coefficient de corrélation simple (en fonction de Tmd).

R : coefficient de corrélation multiple (en fonction de Tmd, HR et DT).

Eq : équation de régression de Di en fonction de Tmd.

Tmd : température moyenne, en °C.

HR : hygrométrie relative de l'air, en p. 100.

DT : écart entre température maximale et minimale, en °C.

*** : corrélation hautement significative.

** : corrélation très significative.

* : corrélation significative.

I. — *Durée d'incubation des œufs*

En ce qui concerne la durée d'incubation des œufs à chaque génération, on observe que cette durée est hautement corrélée à la température moyenne, ajustant les équations de régression aux courbes potentielles.

D'autre part nous avons calculé la corrélation et la régression multiples entre la durée du développement embryonnaire et la température moyenne, l'écart entre température maximale et minimale et l'hygrométrie, pour chacune des trois générations de la teigne de l'olivier (tabl. 1).

La figure 1 montre les trois courbes de régression simple en fonction de la température moyenne. Elles sont très voisines, c'est pourquoi nous avons obtenu l'équa-

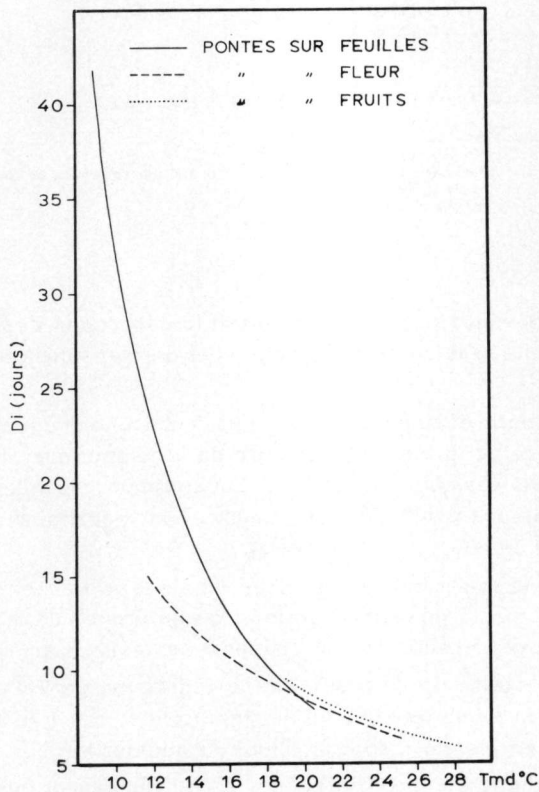


FIG. 1. — *Durée d'incubation des œufs (Di, en jours) en fonction de la température moyenne (Tmd, en °C) chez P. oleae : trois générations.*

tion de régression potentielle de Di et Tmd pour la totalité des pontes observées. Le coefficient de corrélation (tabl. 2) est supérieur à celui de chacune des trois générations (tabl. 1).

TABLEAU 2

Eléments de calcul de l'équation de régression multiple du logarithme népérien de la durée d'incubation des œufs de P. oleae (quelle que soit la génération), en fonction des variables climatiques

Coefficients de corrélation	
$r_{Di \ Tmd} = -0,949 \ 3 \ ***$	$N = 729$
$Di = 2 \ 633,92 \ Tmd^{-1,90}$	$\bar{x} = 12,89$
	$IC = \pm 2,3$
$r_{Di \ DT} = -0,786 \ 1 \ ***$	$r_{Di \ DT, Tmd} = 0,183 \ 6 \ **$
$r_{Di \ HR} = 0,891 \ 5 \ ***$	$r_{Di \ HR, Tmd} = 0,056 \ 1$
$r_{Tmd \ DT} = 0,859 \ 2 \ ***$	
$r_{Tmd \ HR} = -0,932 \ 4 \ ***$	
$R_{Di, Tmd \ DT \ HR} = 0,953 \ 0 \ ***$	$IC = \pm 2,2$
$LDi = -1,69 \ LTmd + 0,06 \ DT + 0,01 \ HR + 5,69$	
IC : intervalle de confiance au seuil 95 p. 100 des équations de régression simple et multiple. L : logarithme népérien.	

Donc, nous pouvons tracer, quelle que soit la génération de *Prays*, la courbe de régression potentielle de la durée d'incubation des œufs en fonction de la température moyenne (fig. 2).

Le tableau 2 donne également les éléments de calcul de l'équation de régression multiple de la durée de la vie embryonnaire de la teigne, quel que soit le substrat, en fonction des trois variables climatiques. On constate que le logarithme népérien de la durée d'incubation (LDi) est une fonction du logarithme népérien de Tmd , et directe de DT et de HR .

Si on examine le coefficient de régression simple et partiel entre Di et DT (tabl. 2), on peut remarquer que, Tmd restant constant, la signification de ce coefficient diminue et il change de signe, à cause de l'interdépendance existant entre Tmd et DT .

De même, en examinant le coefficient de régression partiel entre Di et HR , on constate que HR renferme une très faible signification, due à la même dépendance entre Tmd et HR , en plein air, sous le climat d'Andalousie.

Finalement, l'influence de DT et HR sur Di est réellement faible, la plus grande part de variation de Di incombant à Tmd , quel que soit le substrat végétal des pontes de la teigne. C'est pourquoi, en tenant compte uniquement de cette variable climatique, on a une bonne évaluation de la durée du développement embryonnaire. Tout peut être corroboré finalement pour la faible amélioration du coefficient de corrélation multiple obtenu (R) avec l'inclusion de ces variables (DT et HR) dans la régression multiple.

Enfin, nous avons obtenu les données moyennes des températures moyennes au cours des périodes usuelles de la ponte de l'insecte dans notre biotope ; ainsi il est

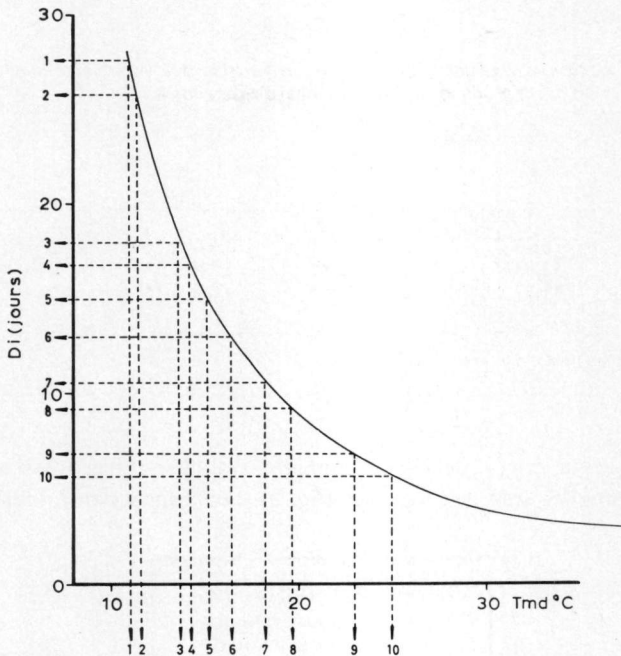


FIG. 2. — Courbe de régression potentielle de D_i des pontes de *P. oleae* en fonction de T_{md} , quel que soit le substrat de ponte. Les traits pointillés indiquent, à chaque période usuelle de ponte à Grenade, les données respectives de D_i et T_{md} .

n°	dates usuelles de ponte	T_{md} °C	D_i , jours
1	11 à 20-XI	11,0	27,7
2	1 à 10-XI	11,4	25,9
3	21 à 30-X	13,8	18,0
4	1 à 10-V	14,3	16,8
5	11 à 20-X	15,2	15,0
6	11 à 20-V	16,4	13,0
7	21 à 30-V	18,4	10,5
8	1 à 10-VI et 11 à 20-VI	19,7	9,2
9	21 à 30-VI	22,9	6,8
10	1 à 10-VII	24,5	5,9

possible d'effectuer des prévisions très sûres sur la durée d'incubation des œufs de la teigne, à chaque génération, dans la province de Grenade (fig. 2).

II. — Durée de la nymphose

Comme pour la ponte, la durée de la nymphose de la teigne de l'olivier (D), dans notre province, est fortement liée à la température moyenne (T_{md}). Les corrélations sont les plus hautes, ajustant les données observées à une courbe potentielle.

Nous avons également obtenu les corrélations et régressions multiples, à chaque génération, entre D et T_{md} , DT et HR , pour les mêmes raisons que dans le cas des pontes (tabl. 3).

TABLEAU 3

Durée de la vie nymphale de P. oleae, en fonction des variables climatiques, au cours de cinq ans d'observations

	N	$\bar{x}$	r	R	Eq
A	244	6,75	-0,524 6 ***	0,647 2 ***	$D = 365,43 \text{ Tmd}^{-1,30}$
C	134	12,84	-0,809 5 ***	0,940 6 ***	$D = 4\,762,19 \text{ Tmd}^{-2,15}$
Ph	224	11,22	-0,877 8 ***	0,886 6 ***	$D = 1\,341,58 \text{ Tmd}^{-1,43}$

D = durée de la vie nymphale, en jours.

Comme pour la durée de développement embryonnaire, les trois courbes de régression potentielles sont très voisines (fig. 3). Par conséquent, nous avons obtenu

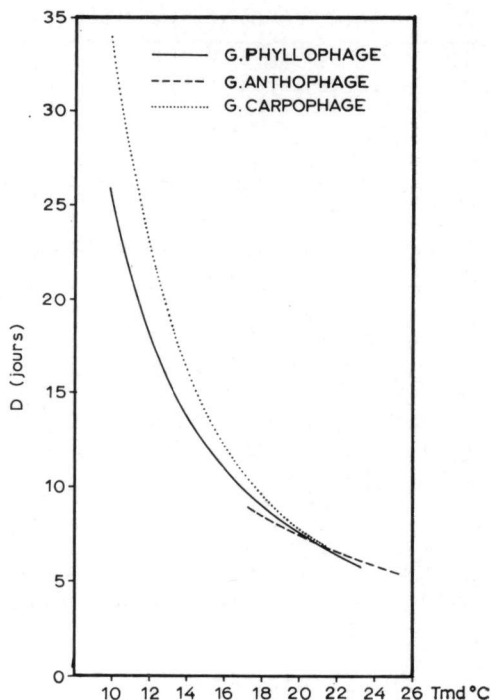


FIG. 3. — Durée de la nymphose (D, en jours) en fonction de la température moyenne (Tmd) chez les trois générations de P. oleae.

les corrélations et régressions simples et multiples avec la totalité des nymphes ; quelle que soit la génération de la teigne, la durée de la nymphose suit une courbe de régression potentielle en fonction de la température moyenne (tabl. 4 et fig. 4).

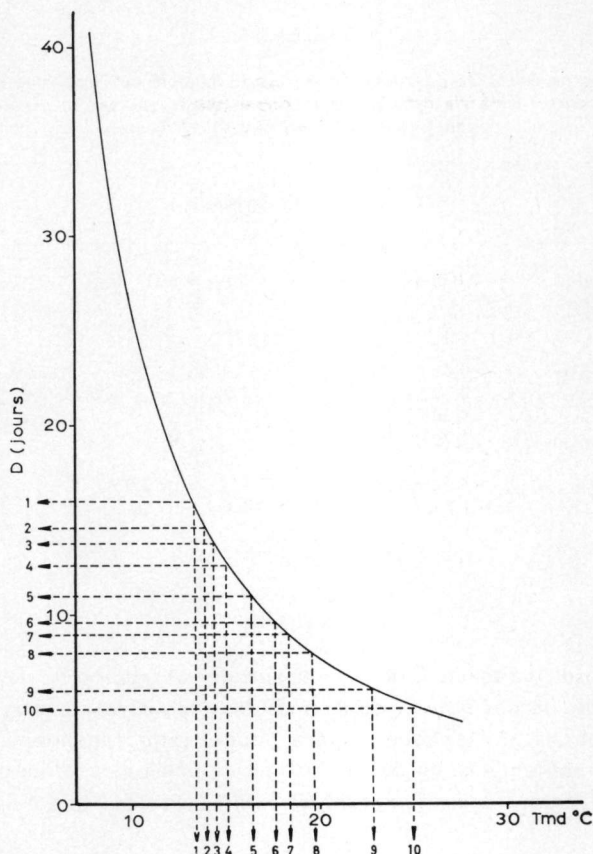


FIG. 4. — Courbe de régression potentielle de *D* (nymphe) de *P. oleae* en fonction de *Tmd*, quelle que soit la génération. Les traits pointillés indiquent les périodes usuelles de nymphe à Grenade et les données respectives de *D* et *Tmd*.

n°	dates usuelles de nymphe	<i>Tmd</i> °C	<i>D</i> , jours
1	11 à 20-IV et 21 à 30-IV	13,2-13,3	16,0
2	21 à 30-X	13,8	14,8
3	1 à 10-V	14,3	13,9
4	11 à 20-X	15,2	12,6
5	11 à 20-V	16,4	10,9
6	1 à 10-X	17,6	9,7
7	21 à 30-V	18,4	9,0
8	1 à 10-VI, 11 à 20-VI et 21 à 30-IX	19,7	7,9
9	21 à 30-VI	22,9	6,0
10	1 à 10-VII	24,5	5,4

Le tableau 4 montre que la plus grande variabilité de *D* est incluse dans celle de *Tmd*, qui joue un rôle nettement plus important que *DT* et *HR*. Aussi, dans la région de Grenade, les prévisions sur la durée d'évolution des nymphes de *P. oleae* peuvent s'appuyer uniquement sur la température moyenne.

Il est possible également (fig. 4) d'effectuer des prévisions sur la durée de la nymphe de la teigne, quelle que soit la génération, dans notre biotope.

TABLEAU 4

Eléments de calcul de l'équation de régression multiple du logarithme népérien de la durée de la vie nymphal de *P. oleae* (quelle que soit la génération), en fonction des variables climatiques

Coefficients de corrélation	
$r_{D \text{ Tmd}} = -0,876 \text{ 8 ***}$	$N = 602$
$D = 1 \text{ 502,97 Tmd}^{-1,76}$	$\bar{x} = 9,77$
	$IC = \pm 3,1$
$r_{D \text{ DT}} = -0,656 \text{ 3 ***}$	$r_{D \text{ DT} \cdot \text{Tmd}} = -0,127 \text{ 9}$
$r_{D \text{ HR}} = 0,729 \text{ 6 ***}$	$r_{D \text{ HR} \cdot \text{Tmd}} = 0,333 \text{ 4 ***}$
$r_{\text{Tmd} \text{ DT}} = 0,689 \text{ 3 ***}$	
$r_{\text{Tmd} \text{ HR}} = -0,701 \text{ 9 ***}$	
$R_{D \cdot \text{Tmd} \text{ DT HR}} = 0,891 \text{ 9 ***}$	$IC = \pm 2,9$
$LD = -1,46 \text{ LTmd} + 0,01 \text{ DT} + 0,01 \text{ HR} + 5,66$	

III. — Longévité de l'adulte

On observe sur le tableau 5 des coefficients de corrélation hautement significatifs entre la durée de vie des adultes de *P. oleae* et la température moyenne. Toutefois, pour les générations phyllophage et anthophage, cette dépendance est plus faible en raison du climat tempéré du début et de fin de printemps, alors que les papillons automnaux sont soumis à des températures diurnes encore très élevées.

TABLEAU 5

Longévité de l'adulte de *P. oleae* (sans alimentation), en fonction des variables climatiques, au cours de cinq ans d'observations

	N	$\bar{x}$	r	R	Eq
A	235	6,09	$-0,177 \text{ 0 *}$	$0,485 \text{ 3 ***}$	$L = 269,85 \text{ Tmd}^{-1,23}$
C	107	9,16	$-0,633 \text{ 9 ***}$	$0,683 \text{ 6 ***}$	$L = 8 \text{ 998,10 Tmd}^{-2,16}$
Ph	185	5,29	$-0,257 \text{ 5 ***}$	$0,320 \text{ 2 ***}$	$L = 51,21 \text{ Tmd}^{-0,81}$

L : longévité de l'adulte, en jours.

Comme pour les stades d'œuf et chrysalide, l'influence de l'hygrométrie relative de l'air et de l'écart entre température maximale et minimale, régnant durant la vie imaginale, est négligeable par rapport à Tmd (tabl. 6).

Cependant, il faut bien distinguer longévité des papillons et activité imaginale (vols, durée de la ponte). La relation L-Tmd est plus faible que pour les deux stades précédemment examinés. Mais, surtout, la longévité de la teigne adulte dépend de

TABLEAU 6

Eléments de calcul de l'équation de régression multiple du logarithme népérien de la longévité de l'adulte de *P. oleae* (sans alimentation), quelle que soit la génération, en fonction des variables climatiques

Coefficients de corrélation	
$r_{L.Tmd} = -0,330\ 2\ ***$	$N = 527$
$L = 59,57\ Tmd^{-0,79}$	$\bar{x} = 6,43$
	$IC = \pm 6,12$
$r_{L.DT} = -0,327\ 1\ ***$	$r_{L.DT.Tmd} = -0,155\ 7\ *$
$r_{L.HR} = 0,208\ 4\ **$	$r_{L.HR.Tmd} = -0,063\ 1$
$r_{Tmd.DT} = 0,654\ 0\ ***$	
$r_{Tmd.HR} = -0,750\ 3\ ***$	
$R_{L.Tmd.DT.HR} = 0,405\ 9\ ***$	
$LL = -0,32\ LTmd - 0,99\ DT - 0,02\ HR + 6,36$	

facteurs non climatiques, très certainement d'origine alimentaire (substrat alimentaire des chenilles dont ils sont issus, ressources en eau liquide et en substances sucrées exploitées par le papillon).

La figure 5 est un modèle explicatif très simple pour situer les interactions entre facteurs biotiques et climatiques de régulation de la longévité des adultes de *P. oleae*.

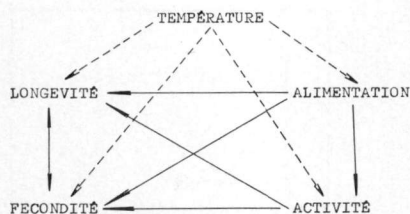


FIG. 5. — Modèle explicatif simplifié des interactions existant entre facteurs biotiques et climatiques de régulation de la longévité des adultes de *P. oleae*.

IV. — Durée de la vie larvaire

La méthode indirecte, utilisée pour étudier les chenilles, ne nous permet pas d'obtenir de résultats aussi complets que précédemment. Néanmoins, nous avons analysé statistiquement et séparément les cinq stades des chenilles de la génération phyllophage.

1. Génération phyllophage.

Les observations ont porté sur deux ans (1974 et 1975) seulement. Les résultats figurent sur le tableau 7 et les courbes représentatives des équations de régression de D en fonction de Tmd sont tracées sur les figures 6 et 7.

TABLEAU 7

Durée des différents stades de la chenille phyllophage de P. oleae, en fonction des variables climatiques, au cours de deux ans d'observations

	N	$\bar{x}$	r	Eq	IC
L ₁	99	89,5	-0,758 9 ***	D = 961,85 Tmd ^{-1,08}	± 8,7
L ₂	90	26,7	-0,585 5 ***	D = 3 009,98 Tmd ^{-2,19}	± 15,1
L ₃	96	14,4	-0,446 5 ***	D = 338,72 Tmd ^{-1,41}	± 9,1
L ₄	41	10,0	-0,597 3 ***	D = 156,29 Tmd ^{-1,16}	± 1,6
L ₅	243	12,3	-0,540 6 ***	D = 496,71 Tmd ^{-1,51}	± 8,6

D : durée de la chenille, en jours.
L₁-L₅ : stades de la larve phyllophage.

Les seuils thermiques de développement des divers stades de chenille phyllophage (fig. 6 et 7) ne sont pas les mêmes. Les premier et deuxième stades sont fortement conditionnés par le nombre de jours de l'hiver où la température minimale est inférieure ou égale à 1 °C (Ramos et coll., 1977).

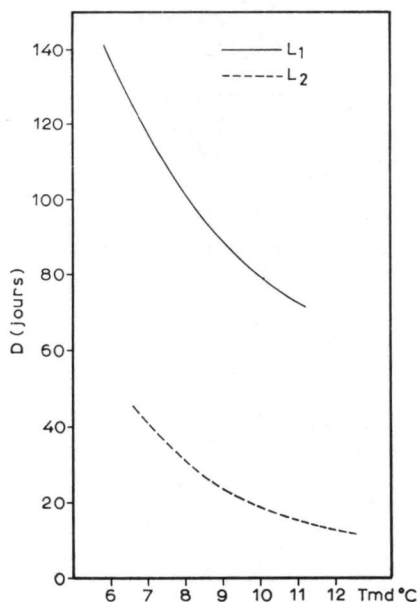


FIG. 6. — Courbes de régression de la durée de vie (D, en jours) des stades L₁ et L₂ de la chenille phyllophage de P. oleae. En fonction de la température moyenne (Tmd).

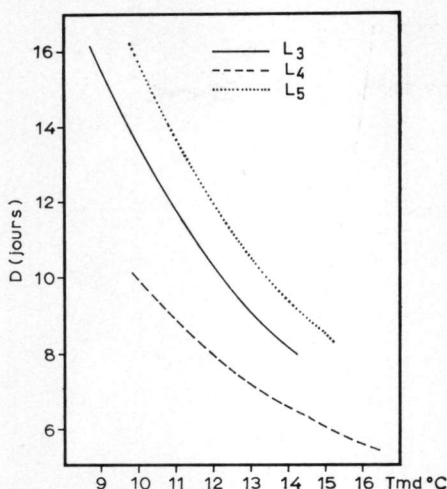


FIG. 7. — Courbes de régression de la durée de vie (D, en jours) des stades L_3 , L_4 et L_5 de la chenille phyllophage de *P. oleae* en fonction de la température moyenne (T_{md}).

Tout se passe comme si le développement de la jeune chenille est régulé par les conditions thermiques, sa vitesse diminuant dès que l'insecte subit une première période de basse température et restant à l'état de vie ralentie longtemps après être revenue à des températures plus élevées. Cette hypothèse, que nous avons émise à la suite des études citées en références ci-dessus, nécessiterait, pour être vérifiée, une recherche sur la nature de ce phénomène éco-physiologique de régulation (simple quiescence ou déjà oligo-diapause).

De mars à mai, on trouve des stades L_3 à L_5 de la génération phyllophage, les températures printanières étant généralement supérieures à 1°C , en année normale. Cela expliquerait qu'on ne trouve pas de ralentissement prolongé induit par le froid, et que les durées des stades L_3 , L_4 et L_5 soient nettement inférieures à celles des deux premiers stades phyllophages. Malgré les remarques ci-dessus on doit admettre que la durée de ces cinq stades est assez bien liée à la température moyenne (tabl. 7).

2. Génération anthophage.

La chenille de la teigne vivant aux dépens des fleurs d'olivier a une durée de développement bien liée à la température moyenne printanière (tabl. 8). L'équation

TABLEAU 8

Durée de la larve anthophage de *P. oleae*,
en fonction des variables climatiques, au cours de quatre ans d'observations

	N	$\bar{x}$	r	Eq	IC
La	171	19,2	-0,716 6 ***	$D = 169\,519,49\,T_{md}^{-3,02}$	$\pm 5,1$

La : larve anthophage.

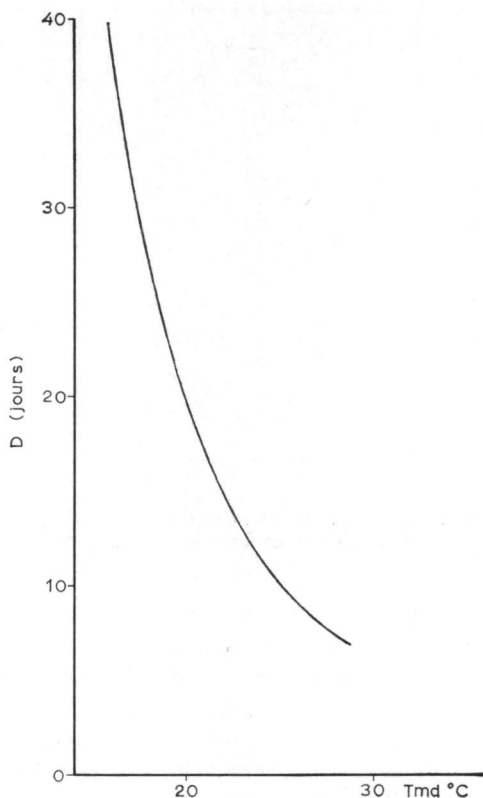


FIG. 8. — Courbe de régression de la durée de vie (D, en jours) de la chenille anthophage de *P. oleae* en fonction de la température moyenne (Tmd).

de régression potentielle D en fonction de Tmd est représentée graphiquement sur la figure 8.

3. Génération carpophage.

Pour terminer cette analyse, nous devons mentionner l'absence de corrélation statistique entre D et les diverses variables climatiques pour les chenilles carpophages au cours de cinq ans d'observations. Les observations ont été correctement effectuées, mais l'insecte, vivant à l'intérieur de l'endocarpe, est dans un milieu thermique particulièrement bien tamponné. Ceci de toute évidence laissait prévoir ce résultat.

En conclusion, les observations sur les chenilles permettent d'établir des équations de régression de D en fonction de Tmd, génération par génération. Celles-ci ne sont pas utilisables sous forme de régression potentielle, par regroupement des diverses générations. Il y a deux raisons à cela : la première est qu'on ne peut employer une méthode directe en plein air pour étudier la durée du développement larvaire. La dernière est que nous ne pouvons pas facilement différencier les cinq stades des chenilles anthophages et carpophages. Enfin, il y a absence de relation entre D et Tmd pour les chenilles vivant dans les olives.

D'autres facteurs impossibles à mesurer dans la pratique (influence de la maturation de l'olive et autres facteurs de physiologie végétale hypothétiques) interviennent probablement.

Conclusion

Nous soulignerons, en conclusion de cette étude bio-écologique, l'intérêt de calculer des équations pratiques et fiables pour des avertissements agricoles, concernant les durées de développement des œufs, nymphes, et larves de *Prays oleae* à Grenade.

Ceci est encore vrai pour la vie larvaire aux régimes alimentaires divers au cours des saisons. Cependant, les effectifs trop faibles de chenilles observées et l'emploi d'une méthode indirecte, de laboratoire, s'ajoutent au mode de vie, comme difficulté pour établir une courbe potentielle. La principale cause de variation de la durée de vie larvaire est probablement la qualité de la nourriture, les entomologistes s'accordant pour reconnaître que les fleurs d'olivier constituent la meilleure nourriture des chenilles de la teigne.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Remerciements

Nous remercions M. Y. Arambourg et M. A. Panis pour les conseils qu'ils nous ont donnés au cours de la réalisation de nos travaux.

Summary

*Bio-ecology of Prays oleae Bern. (Lep., Plutellidae)
in Granada province : development-time and climatic variables*

Statistic relations between climatic variables and duration of each development stage of the olive moth in Southern Spain are established, under natural conditions, observing the injurious insect during five years.

Very high significant regressions of egg, pupal and larval-stages times with climatic values (practically with mean temperature) are found.

Références bibliographiques

- ARAMBOURG Y., 1964. Caractéristiques du peuplement entomologique de l'olivier dans le Sahel de Sfax. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agr. Tunisie*, **37**, 1-137.
- RAMOS J. M., 1978. Algunos aspectos ecológicos de la biología de *Prays oleae* Bern. (Lep., Plutellidae). Tesis Doct. Fac. Farm. Univ. Granada.
- RAMOS P., CAMPOS M., 1975. Algunas observaciones biológicas sobre *Prays oleae* en Granada. *II Semin. Oleic. Intern.*, Córdoba, octobre 1975.
- RAMOS P., CAMPOS M., RAMOS J. M., 1977. Bio-écologie des stades de développement de *Prays oleae* Bern. à Grenade (Espagne). *Ann. Zool. Ecol.-anim.*, **9**, 155-168.
- SNEDECOR G. W., 1964. Métodos analíticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. Edit. Continental, México.
- SPIEGEL M. R., 1969. Teoría y problemas de Estadística. Edit. Mc Graw-Hill, México.

Comportement des adultes d'*Ooencyrtus kuvanae* (Howard) (Hym. : Encyrtidae) parasite oophage de *Lymantria dispar* (L.) (Lep. : Lymantriidae) en forêt de Mamora (Maroc) (1)

F. HERARD

European Parasite Laboratory, Science and Education Administration,
U. S. Department of Agriculture, 47, rue des Fontenelles, 92310 Sèvres, France

Résumé

Quelques aspects de l'éthologie des adultes d'*Ooencyrtus kuvanae* (Howard) ont été étudiés à l'aide de pièges englués et par l'observation de l'abondance des parasites actifs à la surface des pontes de *Lymantria dispar* L. Les déplacements des parasites entre les arbres sont faibles et se produisent aux heures les plus chaudes de la journée. Ils sont effectués contre la direction du vent dominant. Sur les arbres, les parasites fréquentent les œufs placés dans les endroits les plus ensoleillés mais aucune préférence n'est constatée entre les pontes plus ou moins démantelées. L'activité des adultes de *O. kuvanae* varie fortement d'un arbre à l'autre et elle est liée à la proportion de pontes placées au soleil. D'autres part, *O. kuvanae* ne parasite que les œufs de la couche supérieure des pontes. Ceci constitue un facteur limitant de l'efficacité du parasite, puisque la couche supérieure contient en moyenne la moitié des œufs de la ponte totale.

Introduction

Lymantria dispar (L.) principal ravageur du Chêne-liège au Maroc est limité au stade œuf par un certain nombre d'ennemis naturels, recensés par De Lepiney (1927, 1928, 1929, 1930) puis par nous mêmes (Fraval *et al.*, 1975, Hérard *et al.*, 1979b). *Ooencyrtus kuvanae* (Howard) (Hym. : Encyrtidae) est apparemment le seul parasite oophage à s'attaquer à *L. dispar* au Maroc. Toutefois, quatre espèces non déterminées de *Telenomus* et une espèce de *Gryon* (Hym. : Scelionidae) ont été récoltées en grand nombre dans les pontes de *L. dispar*. Toutes les tentatives d'élevage de ces cinq parasites sur des œufs de *L. dispar* ont échoué. Par ailleurs, les trous d'émergence observés à la surface des œufs de *L. dispar* ont toujours pu être attribués à *O. kuvanae*. Il semblerait donc que *Telenomus* et *Gryon* parasitent les œufs d'un hôte encore inconnu, pondant dans les masses ovulaires de *L. dispar*.

O. kuvanae a été introduit en 1926 au Maroc depuis les USA par De Lepiney (1927). Il est aujourd'hui parfaitement acclimaté et est réparti sur toute la zone du chêne-liège atlantique. Les travaux récents sur l'écologie et la lutte contre *L. dispar* ont fait l'objet d'une mise au point par Léonard (1974) puis par Anderson et Kaya (1976). Nous présentons quelques caractéristiques du comportement d'*O. kuvanae* en suberaie

(1) Cette étude a été réalisée au laboratoire de Zoologie de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II à Rabat (Maroc), grâce à l'appui de l'U.S.D.A., S.E.A. (PL 480. Grant FG-Mo-102 ; project n° F12-ENT-1).

de Mamora : les modalités de son rythme d'activité entre les arbres puis sur les pontes, en fonction du niveau de démantèlement de celles-ci, de leur taille, de leur orientation, de leurs conditions d'ensoleillement et de l'arbre où sont faites les observations. Enfin nous étudions la position, dans les pontes de *L. dispar* des œufs parasités par *O. kuvanae*. L'étude quantitative de son action en liaison avec celle des prédateurs démantelers de pontes est présentée par ailleurs (Hérard, 1979a).

I. — Matériel et méthodes

1. — Etude de l'activité des adultes d'*O. kuvanae* en nature : mouvements entre les arbres

Ils ont été étudiés le 23-XI et le 7-XII-1975 à l'aide de pièges englués. Les cinq pièges utilisés le 23-XI étaient constitués de quatre panneaux carrés en bois de 30 cm de côté, disposés en croix et fixés verticalement au sommet d'un piquet de 2 m (fig. 1).

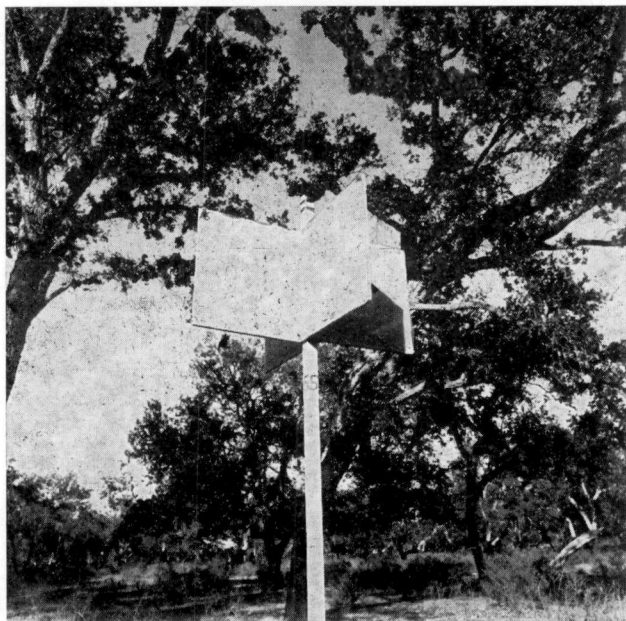


FIG. 1. — Piège englué.

Chacune des huit faces du piège était recouverte d'un papier gris, lui-même recouvert d'une feuille de plastique incolore engluée. La surface engluée de chaque piège était de 0,72 m². Les cinq pièges étaient disposés entre les arbres et orientés de la même façon, chaque panneau étant dirigé vers les quatre points cardinaux. Une girouette et un anémomètre ont été placés à la même hauteur que les pièges. Pour vérifier si la position des captures n'a pas été influencée par la forme et la couleur des pièges nous avons utilisé le 7-XII trois cylindres de 25 cm de diamètre et 40 cm de hauteur, blancs, englués et portés verticalement par des piquets de 2 m.

On a repéré sur ces cylindres des quadrants qui ont été orientés de la même façon pour chacun des trois pièges. Les pièges ont été exposés pendant 8 h, de 10 à 18 h le 23-XI et de 9 à 17 h le 7-XII. Le nombre de captures dans chaque secteur des pièges ainsi que le sens du vent dominant et sa vitesse moyenne ont été enregistrés toutes les heures.

2. — *Activité des adultes d'O. kuvanae sur les pontes de L. dispar*

Nos observations ont porté sur cent pontes *in situ* réparties par lots de dix sur dix arbres pris au hasard dans la même parcelle. Nous avons compté toutes les heures le nombre d'*O. kuvanae* adultes présents à la surface de cinq pontes sur chacun des dix arbres. Les parasites présents sur les cinq autres pontes ont été capturés au début de chaque heure, à l'aide d'un aspirateur à bouche. Ainsi les résultats obtenus avec la première série de pontes concernent les variations d'abondance du parasite à proximité de son hôte et ceux de la deuxième série renseignent sur l'ampleur et l'intensité des déplacements du parasite. Le sex-ratio de la population active d'*O. kuvanae* à la surface des pontes de *L. dispar* à cette époque de l'année est calculé à partir des captures effectuées sur la deuxième série de pontes. Nous avons noté à chaque contrôle les conditions d'ensoleillement des pontes.

3. — *Position dans les pontes de L. dispar des œufs parasités par O. kuvanae*

L'expérience conduite au laboratoire, a consisté à présenter des pontes de *L. dispar*, initialement exemptes de parasites, à un groupe d'adultes d'*O. kuvanae*. Les pontes de *L. dispar* ont été obtenues en plaçant des femelles vierges et des mâles dans des sachets en papier à l'abri des parasites. Nous avons en effet observé que les femelles d'*O. kuvanae* sont capables de détecter sans les voir les œufs de *L. dispar* et de pondre dans ces œufs à travers le sachet en papier. On a ensuite découpé le papier autour des masses d'œufs et collé sept de ces pontes sur un morceau de carton épais. Les pontes de *L. dispar* ne pouvaient donc être approchées, comme en nature, que par la face supérieure. Elles ont été placées dans une cage aérée, avec trois cents adultes d'*O. kuvanae* et du miel pour leur nourriture.

Trois générations de parasites (la durée d'une génération est de 16 à 18 jours au Maroc) se sont succédées dans cette cage en 2 mois. Puis on a brossé délicatement les pontes pour retirer le revêtement superficiel de poils, et détaché un par un les œufs de la couche externe. Chaque ponte est constituée de deux à quatre couches peu différenciées d'œufs déposés sans ordre apparent. Pour chacune des sept pontes on a compté le nombre d'œufs contenus dans la couche externe et dans l'ensemble des couches internes (œufs sans contact avec l'extérieur de la ponte).

II. — Résultats

1. — *Mouvements des adultes d'O. kuvanae en nature : déplacements entre les arbres*

Le 23-XI et le 7-XII la surface totale des pièges a été respectivement de 3,6 m² et 0,94 m², le temps d'exposition de 8 h et 9 h et le nombre total de captures de quatre-

vingt-deux et vingt-huit individus. Ceci représente un nombre moyen de captures par m² et par heure de 3. L'activité d'*O. kuvanae* entre les arbres est donc très faible à cette période de l'année. Etudiant le parasitisme des œufs de *L. dispar* par *O. kuvanae* aux USA, Weseloh (1972a) montre que la dispersion du parasite, même en été s'opère sur de très courtes distances (principalement à l'échelle d'un arbre) car les variations du parasitisme sont plus importantes entre les arbres qu'à l'intérieur du même arbre.

En Mamora, le 23-XI les faces nord des pièges ont reçu 34 p. 100 des captures et les faces sud 66 p. 100 alors que le 7-XII, 61 p. 100 des captures ont eu lieu au nord et 39 p. 100 au sud. A noter que le vent dominant soufflait du nord au sud à 80 cm/s le 23-XI alors qu'il soufflait en sens inverse (du sud au nord) à 40 cm/s le 7-XII. La répartition des captures sur les différentes faces des pièges montre donc que les déplacements d'*O. kuvanae* sont actifs et se font principalement contre le vent dominant. La forme des pièges (en croix la première fois, cylindrique la deuxième) et leur couleur n'ont pas eu d'influence sur le comportement de capture. Celui-ci semble donc dépendre du sens du vent dominant.

Si l'on regroupe les piégeages dans les quatre tranches horaires 10-12, 12-14, 14-16 et 16-18 h, les pourcentages de captures obtenues respectivement dans ces quatre périodes sont le 23-XI de 17 p. 100, 40 p. 100, 33 p. 100 et 10 p. 100 et le 7-XII de 14 p. 100, 35 p. 100, 30 p. 100 et 21 p. 100. Cette chronologie révèle que les adultes d'*O. kuvanae* sont surtout actifs pendant les heures les plus chaudes de la journée. Weseloh (1972b) observe aux USA qu'une faible proportion de femelles est active la nuit. Mais la majorité de l'activité d'oviposition et la totalité de l'activité des mâles ont lieu uniquement de jour. Le préférendum thermique se situe selon Weseloh (1971) entre 20 et 30 °C.

2. — Activité des adultes d'*O. kuvanae* sur les pontes de *L. dispar*

L'abondance du parasite à la surface des pontes est faible. On a enregistré la présence d'un seul individu en moyenne par ponte, à chaque heure de contrôle. La figure 2 représente la colonisation des pontes de *L. dispar* par *O. kuvanae* après la capture, une fois par heure, des parasites à leur surface. Le nombre des nouvelles visites diminue progressivement au fur et à mesure des captures. On peut penser qu'il s'agit là d'une saturation des pontes en substances du type kairomone marquant l'hôte. On sait en effet par Lloyd (1935, 1938) que lorsqu'on provoque un superparasitisme par *O. kuvanae*, la femelle qui se trouve pour la deuxième fois en présence d'un certain lot d'œufs, pond davantage dans les œufs qu'elle a elle-même déjà parasités plutôt que dans les œufs parasités par d'autres femelles. En temps normal la femelle d'*O. kuvanae* ne dépose qu'un seul œuf par hôte. Elle évite de pondre dans des œufs déjà parasités (Dowden, 1961) et peut même retenir ses œufs plutôt que de les déposer dans des hôtes déjà parasités (Lloyd, 1935). Le nombre d'œufs pondus par jour peut alors diminuer de moitié. Toutefois Lloyd précise que la faculté de choix et de reconnaissance de ses propres hôtes par les femelles d'*O. kuvanae* est soumise à une grande variabilité individuelle. On connaît par Salt (1934, 1937), Safavi (1968) et Askew (1971) des cas semblables de marquage de l'œuf hôte au cours de l'oviposition chez certains Trichogrammes.

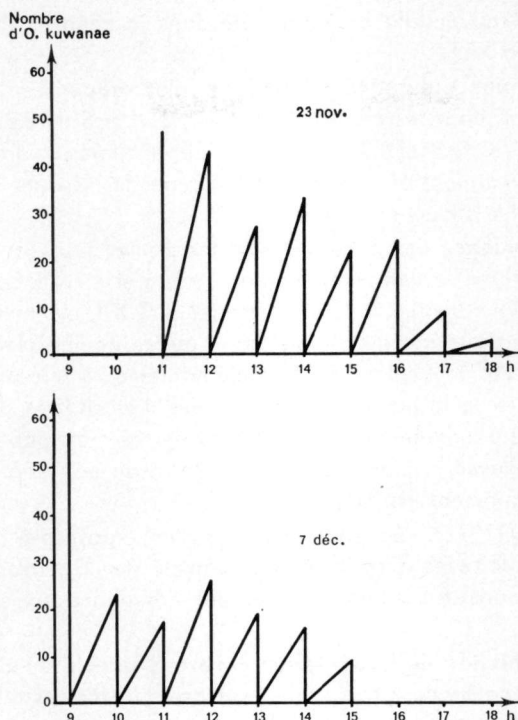


Fig. 2 :

FIG. 2. — Colonisation par *O. kuvanae* de cinquante pontes de *L. dispar* lorsque les parasites sont capturés à leur surface une fois par heure.

On peut aussi interpréter la figure 2 par un épuisement rapide de la faune locale des parasites dans les quelques décimètres carrés autour de la ponte. Cela confirmerait que l'activité des parasites adultes a lieu dans un rayon assez court et que le rythme des déplacements est faible. Nous avons tenté de définir dans les conditions de la suberaie marocaine quels types de paramètres influencent l'abondance des parasites. Nous avons pris en compte, la taille des pontes, leur niveau de démantèlement ⁽¹⁾, leur orientation sur l'arbre, leur ensoleillement. Nous avons défini un indice d'abondance des parasites adultes (I_a) correspondant au rapport du total des individus dénombrés sur les pontes d'une certaine catégorie, au nombre de contrôles. Cet indice calculé à partir d'observations effectuées sur vingt arbres montre que la population de parasites adultes actifs est particulièrement faible sur certains arbres ($I_a = 1,8$) et relativement forte sur d'autres ($I_a = 9,6$). Un troisième groupe d'arbres possède une population d'*O. kuvanae* moyenne ($I_a = 4,4$). L'observation de Weseloh se trouve vérifiée : au niveau de la parcelle, la population du parasite se répartit en une mosaïque très hétérogène de zones d'équidensité. La faiblesse de l'ampleur des déplacements des parasites entre les arbres explique cette répartition. Nous

⁽¹⁾ Ce démantèlement est occasionné par les larves des Coléoptères *Trogoderma versicolor* (Creutzer), *Anthrenus verbasci* (L.) et *Tenebroides maroccanus* Reitter.

avons d'ailleurs retrouvé cette hétérogénéité dans la répartition du taux de parasitisme (Hérard, 1978a).

L'indice d'abondance du parasite sur les pontes rapporté à la taille de celles-ci, a été respectivement, pour les classes de taille 2, 3, 4 et 5 de 0,30, 0,25, 0,20 et 0,20 le 23-XI et de 0,15, 0,20, 0,20 et 0,25 le 7-XII. Il n'apparaît pas de différence significative en relation avec la dimension des pontes. Aucune des classes de taille n'est donc préférée ou n'est plus attractive qu'une autre.

L'indice d'abondance des parasites sur des pontes plus ou moins démantelées a été, pour les niveaux de démantèlement 0, 1, 2, 3 et 4 respectivement de 0,8, 0,6, 0,8, 0,8 et 0,5 le 23-XI et de 0,6, 0,4, 0,9, 0,9 et 0,4 le 7-XII. Les niveaux de démantèlement ont été définis de la façon suivante : 0 = aucun démantèlement, 1 = 1/4 de la ponte est démantelée, 2 = ponte à demi-démantelée, 3 = ponte démantelée aux 3/4, 4 = plus des 3/4 de la ponte sont démantelés. Les chiffres précédents montrent que le niveau de démantèlement des masses ovulaires n'est pas non plus un facteur attractif pour *O. kuvanae* : qu'elles soient beaucoup ou peu démantelées, les pontes sont à peu près également visitées.

Selon Weseloh (1972c) des pontes de *L. dispar* exposées à différentes hauteurs dans l'arbre sont attaquées avec la même intensité par *O. kuvanae* bien qu'un plus grand nombre de parasites soient capturés par des panneaux englués en haut des arbres.

Quant à l'orientation de la ponte sur l'arbre il semble qu'elle puisse avoir une influence sur l'abondance du parasite à sa surface. Les indices que nous avons enregistrés au nord, à l'est, au sud et à l'ouest ont été respectivement de 0,5, 0,6, 1,3 et 0,6 le 23-XI et de 0,7, 0,6, 0,9 et 0,7 le 7-XII. L'indice a été le plus élevé au sud à ces deux dates, mais la différence avec les indices des autres orientations n'a été très significative que le 23-XI (effectif d'insectes double de celui des autres positions). Les parasites auraient donc tendance à s'activer davantage sur les pontes exposées au sud. L'ensoleillement, meilleur au sud pourrait être la cause de cette préférence.

L'indice d'abondance a été le plus fort sur les pontes ensoleillées (0,85 et 1,95 le 23-XI et 7-XII au lieu de 0,70 et 1,55 à l'ombre à ces mêmes dates), mais cette différence peu importante demanderait d'autres confirmations. On sait toutefois que le parasite montre en laboratoire des réponses comportementales bien définies aux facteurs abiotiques (Weseloh, 1971). Outre un géotropisme négatif et un phototropisme positif, le parasite est attiré par une humidité faible quand la température ambiante est modérée, et par une humidité plus forte quand la température ambiante est élevée. Ainsi la répartition très hétérogène du parasite dans son biotope pourrait être liée à des conditions microclimatiques particulières (Weseloh, 1972a).

3. — Sex-ratio

Parmi les adultes d'*O. kuvanae* capturés à l'aspirateur à la surface des pontes nous avons trouvé 30 p. 100 de femelles et 70 p. 100 de mâles, soit un sex-ratio de 0,4. Le petit nombre de femelles actives explique pourquoi le taux de parasitisme se stabilise à cette époque de l'année (Hérard, 1979a). En outre, le nombre important de mâles notés sur les pontes suggère que ces dernières constituent bien un lieu habituel de rencontre des sexes.

4. — Position dans les pontes de *L. dispar* des œufs parasités par *O. kuvanae*

Weseloh (1972a) montre que chez *O. kuvanae* aux USA, le taux de parasitisme est davantage lié à la surface des pontes de l'hôte qu'à leur volume. En fait le taux de parasitisme augmente proportionnellement avec le rapport de la surface au volume. C'est dire implicitement que les œufs de la couche superficielle sont les plus touchés par le parasitisme. Cette caractéristique avait déjà été signalée à plusieurs reprises par d'autres auteurs américains (Howard et Fiske, 1911, Hitchcock, 1959, Dowden, 1961). La seule couche externe d'œufs, parfois les deux couches les plus externes d'une ponte sont attaquées par le parasite ; la limite supérieure du parasitisme des pontes de *L. dispar* étant évaluée entre 40 et 55 p. 100. *O. kuvanae* au Maroc ne fait pas exception à cette règle ainsi qu'en témoignent les résultats rassemblés dans le tableau I.

TABLEAU I

Répartition du parasitisme d'*O. kuvanae* dans les pontes de *L. dispar*

N° de la ponte	Nombre total d'œufs dans la ponte	p. 100 d'œufs dans les couches		p. 100 d'œufs parasités			Répartition des œufs parasités (en p. 100)	
				dans les couches		dans la ponte		
		externe	internes	externe	internes		couche externe	couches internes
1	74	66	34	55	8	39	93	7
2	164	49	51	44	4	24	92	8
3	64	77	23	76	40	67	86	14
4	256	48	52	66	8	36	89	11
5	118	51	49	87	0	44	100	0
6	130	60	40	47	0	29	100	0
7	326	51	49	29	1	15	98	2
Moyennes		54 ± 5	46 ± 5	53 ± 7	4 ± 3	30 ± 4	97 ± 2	3 ± 3

La couche externe regroupe en moyenne la moitié des œufs contenus dans la ponte. Un peu plus de la moitié des œufs de la couche externe ont été parasités, alors que 4 p. 100 ± 3 p. 100 seulement des œufs des couches sous-jacentes l'ont été. La répartition des œufs parasités est la suivante : 97 p. 100 ± 2 p. 100 se trouvent dans la couche externe et 3 p. 100 ± 3 p. 100 dans les couches sous-jacentes. Un nombre négligeable d'œufs des couches internes est donc atteint par le parasite. Il est d'ailleurs probable que ces œufs avaient, entre deux œufs disjoints de la couche superficielle, une petite surface libre en contact avec l'extérieur. La ponte n° 3 semble faire exception puisque 40 p. 100 des œufs internes sont parasités. Mais cette ponte, très petite (soixante-quatre œufs) n'a qu'une seule couche interne constituée de quinze œufs et les 40 p. 100 parasités ne sont en fait qu'au nombre de six.

Conclusions

Certains points de l'éthologie des adultes d'*O. kuvanae* au Maroc ont pu être précisés. Leurs déplacements entre les arbres et sur les arbres sont les plus intenses aux heures les plus chaudes de la journée. Entre les arbres, ce sont des déplacements actifs, contre le vent dominant. La taille des pontes et leur niveau de démantèlement ne constituent pas des facteurs d'attraction particuliers pour le parasite. Au Maroc, *O. kuvanae* semble préférer les pontes ensoleillées ; la proportion de pontes situées sur le côté sud des troncs, fort variable d'un arbre à l'autre, expliquerait donc les différences de densité de population du parasite d'un endroit à l'autre de la parcelle de forêt. Cette hétérogénéité est d'ailleurs maintenue par la faible amplitude des déplacements du parasite. Enfin, le parasitisme par *O. kuvanae* ne concerne que l'ensemble des œufs de la ponte en contact direct avec l'extérieur. La femelle d'*O. kuvanae* n'est pas capable de se frayer un passage entre les œufs, à travers le revêtement de poils, pour pondre dans les œufs situés à l'intérieur de la masse. La longueur de sa tarière ne le lui permet pas non plus. L'impact maximum du parasite *O. kuvanae* est donc *a priori* limité à la moitié des œufs pondus par *L. dispar* puisque la couche externe des pontes constitue cet effectif.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Remerciements

Je tiens à adresser mes plus vifs remerciements à MM. J. Drea, J. Coulson, B. Hurpin, P.J. Charles, A. Fraval et C. Caussanel qui ont bien voulu relire mon manuscrit.

Summary

*Ethology of the adults of Ooencyrtus kuvanae (Howard) (Hym. : Encyrtidae)
oophagous parasite of Lymantria dispar (L.) (Lep. : Lymantriidae)
in the Mamora forest (Morocco)*

Some aspects of the ethology of the adults of *Ooencyrtus kuvanae* (Howard) were studied with the aid of sticky traps and by observation of the abundance of active parasites on the surface of egg masses of *Lymantria dispar* (L.). Movement of the parasite between the trees was slight and occurred during the hottest hours of the day. These were definite movements, directed against the prevailing wind. On the trees usually the parasite frequented the sunniest egg masses but no preference was shown for masses more or less disturbed. The activity of the adults of *O. kuvanae* varied greatly from tree to tree and it was related to the proportion of sunny egg masses. Furthermore, *O. kuvanae* parasitized almost exclusively the eggs of the outer layer of the egg-mass. This constitutes a limiting factor for the impact of the parasite since the outer layer contains, on an average, only half of the eggs of the mass.

Références bibliographiques

- ANDERSON J. F., KAYA H. K., 1976. *Perspectives in forest Entomology*. Academic Press, New York, 428 p.
 ASKEW R. R., 1971. *Parasitic insects*. Heinemann Educational Books, London, 316 p.
 DE LEPINEY J., 1927. Les insectes nuisibles du Chêne-liège dans la forêt de la Mamora (Maroc). *Ann. Epiphyties*, **13**, 145-174.

- DE LEPINEY J., 1928. Les insectes nuisibles du Chêne-liège dans les forêts du Maroc (Deuxième étude). *Ann. Epiphyties*, **14**, 313-321.
- DE LEPINEY J., 1929. Lutte biologique contre *Lymantria dispar* L. *Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc*, **9**, 12-13.
- DE LEPINEY J., 1930. Contribution à l'étude du complexe biologique de *Lymantria dispar* L. *Mém. Soc. Sci. Nat. du Maroc*, **23**, 100 p.
- DOWDEN P. B., 1961. The gypsy moth egg parasite *Ooencyrtus kuwanae*, in southern Connecticut in 1960. *J. econ. Entomol.*, **54**, 876-8.
- FRAVAL A., HERARD F., QUESTIENNE P., 1975. Connaissances actuelles sur la situation au Maroc d'un ravageur mondial des forêts : *Lymantria dispar* (L.), *Hommes, Terre et Eaux*, **4**, 47-53.
- HERARD F., 1979a. Action des ennemis naturels oophages de *Lymantria dispar* (L.) (Lep. : Lymantriidae) en forêt de Mamora (Maroc). *Entomophaga* (Sous presse).
- HERARD F., FRAVAL A., 1979b. Les ennemis naturels de *Lymantria dispar* (L.) au Maroc. *Entomophaga* (sous presse).
- HITCHCOCK S. W., 1959. Number of fall generations of *Ooencyrtus kuwanae* (How.) in gypsy moth eggs. *J. econ. Entomol.*, **52**, 764-5.
- HOWARD L. O., FISKE W. F., 1911. The importation into the United States of the parasites of the gypsy moth and the brown tail moth. *U. S. D. A. Bur. Entomol. Bull.*, **91**, 312 p.
- LEONARD D. E., 1974. Recent developments in ecology and control of the gypsy moth. *Ann. Rev. Entomol.*, **19**, 197-229.
- LLOYD D. C., 1935. Random distribution of parasite progeny. *Nature*, **135**, 472-473.
- LLOYD D. C., 1938. A study of some factors governing the choice of hosts and distribution of progeny by the chalcid, *Ooencyrtus kuwanae* How. *Roy. Soc. Lond., Phil. Trans., Ser. B.*, **229**, (561), 275-322.
- SAFAVI M., 1968. Etude biologique et écologique des hyménoptères parasites des œufs des punaises des céréales. *Entomophaga*, **13**, 381-495.
- SALT G., 1934. Experimental studies in insect parasitism. II Superparasitism. *Proc. R. Soc. B*, **114**, 455-476.
- SALT G., 1937. The sense used by *Trichogramma* to distinguish between parasitized and unparasitized hosts. *Proc. R. Soc. B*, **122**, 57-75.
- WESELOH R. M., 1971. Behavioral responses of the gypsy moth egg parasitoid *Ooencyrtus kuwanae* to abiotic environmental factors. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **64**, 1050-57.
- WESELOH R. M., 1972a. Influence of gypsy moth egg mass dimensions and microhabitat distribution on parasitization by *Ooencyrtus kuwanae*. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **65**, 64-69.
- WESELOH R. M., 1972b. Diel periodicities of some parasitoids of the gypsy moth and noctuid cutworms. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, **65**, 1126-31.
- WESELOH R. M., 1972c. Spatial distribution of the gypsy moth and some of its parasitoids within a forest environment. *Entomophaga*, **17**, 339-51.
-

La transmission par des cicadellés de la jaunisse du vignoble corse Identification de cette maladie avec la Flavescence dorée

I. — Les essais réalisés hors de la Corse

A. CAUDWELL, J. LARRUE, G. MOUTOUS *, A. FOS * et P. BRUN **

Station de Physiopathologie,
Centre de Recherches de Dijon, I. N. R. A.,
BV 1540, 21034 Dijon Cedex

* Station de zoologie agricole,
Centre de Recherches de Bordeaux, I. N. R. A.,
Pont de la Maye, 33140 Villenave d'Ornon

** Station de Recherches agronomiques de Corse, I. N. R. A.,
20230 San Giuliano

Résumé

La jaunisse épidémique du vignoble corse peut être transmise de la vigne à la vigne, ou de la vigne à la fève (*Vicia faba*) et réciproquement, par la Cicadelle *Scaphoideus littoralis* Ball qui est le vecteur naturel de la Flavescence dorée. Pour les essais de transmission à réaliser hors de la région de Corse touchée par l'épidémie, il y a lieu d'utiliser comme source d'infection des ceps malades transplantés en début de maladie, et non des boutures de ceps malades.

La jaunisse du vignoble corse peut également être transmise de la fève à la fève par la Cicadelle *Euscelidius variegatus* KBM qui ne présente pas de diapause. Ce caractère permet de conserver la souche pathogène en laboratoire par un passage continu de la fève à cette cicadelle et réciproquement.

La transmission de la jaunisse du vignoble corse se fait donc par les mêmes vecteurs que la Flavescence dorée d'Armagnac. Les symptômes obtenus sur la fève et sur divers cépages de vigne sont identiques pour les deux maladies.

On peut donc conclure, selon nos critères actuels, à l'identité de la jaunisse du vignoble corse et de la Flavescence dorée.

Introduction

La première question posée devant l'épidémie de jaunisse qui s'est développée dans le vignoble corse était de savoir si cette maladie était bien identique à la Flavescence dorée décrite en Armagnac, ainsi que les premières déterminations l'avaient fait envisager (Boubals et Caudwell, 1971).

Une réponse affirmative à cette question devait permettre d'appliquer, au moins dans un premier temps, les protocoles de lutte préconisés pour l'Armagnac. Ceux-ci avaient été recommandés dès le départ mais la confirmation restait nécessaire.

Pour établir l'identité de la jaunisse du vignoble corse et de la Flavescence dorée, nous disposions de deux séries de critères :

1) Le type de symptôme provoqué sur une gamme d'hôtes végétaux, en particulier sur plusieurs cépages de vigne, et sur la fève.

2) La comparaison de la capacité vectrice de plusieurs espèces de cicadelles, et en particulier de *Scapholdeus littoralis* Ball, le vecteur naturel de la Flavescence dorée, et *Euscelidius variegatus* KBM, le vecteur utilisé en laboratoire.

Pour accéder à l'une ou l'autre de ces séries de critères, il fallait dans un premier temps, obtenir la transmission expérimentale de la jaunisse du vignoble corse par une cicadelle. Cette étape est évidemment simplifiée en Corse même car il y a, dans les zones touchées par l'épidémie des pieds malades en abondance qui peuvent servir de source d'infection et des cicadelles infectieuses qu'il suffit de recueillir. Il était néanmoins intéressant de prévoir en parallèle des essais menés hors de la Corse, afin de profiter pleinement de l'expérience des deux stations entraînées au travail de transmission de la Flavescence dorée.

Ce sont les essais faits hors de la Corse qui font l'objet de cette première publication. Ils se sont heurtés dès le début à un problème, non prévu au départ, celui de la nature du matériel végétal (vigne) à utiliser comme source d'infection pour les cicadelles. La solution trouvée a conduit ensuite, selon les techniques éprouvées pour la Flavescence dorée, à la méthode de conservation de la souche pathogène en laboratoire et à la transmission aux divers hôtes végétaux. Ces travaux ont été menés à la Station de Physiopathologie de Dijon de 1971 à 1974, puis à la station de Zoologie de Bordeaux en 1974 et 1975, avec la collaboration, dans deux cas, de la Station de San Giuliano (Corse).

I. — Le problème des vignes à utiliser comme source d'infection pour les cicadelles, dans les essais faits hors de la Corse (Dijon, 1971, 1973)

Les essais de transmission de la Flavescence dorée d'Armagnac par la cicadelle vectrice *S. littoralis* avaient été d'abord conduits en utilisant, comme source d'infection, des ceps malades naturellement infectés, et laissés sur place dans le vignoble (Schvester *et al.* 1961). Cette excellente méthode ne pouvait convenir à des essais réalisés loin de la zone contaminée.

1. — Les essais de transmission utilisant comme source d'infection des boutures prises sur des ceps malades

Nous avons pensé, dans un premier temps, utiliser la technique qui avait été précisément introduite pour des essais à réaliser en laboratoire, sur la Flavescence dorée, hors de la zone touchée par l'épidémie, et dans laquelle la source d'infection était représentée par des boutures aoûtées, prélevées en hiver sur des ceps malades (Caudwell *et al.*, 1970, p. 419).

A. Matériel et méthodes.

Les boutures, ramassées en Corse sur des pieds de Nieluccio malades après la levée de dormance des bourgeons, ont été plantées en serre à Dijon. Au lieu d'obtenir 10 à 40 p. 100 de boutures malades, comme c'était le cas avec les boutures de Baco 22 A pour la Flavescence dorée, quelques boutures pour cent seulement ont pu être considérées comme malades. Encore faut-il noter que les symptômes étaient légers et la couleur des feuilles (rouge chez le Nieluccio malade) peu prononcée.

Six grands essais de transmission ont néanmoins été entrepris avec ces boutures

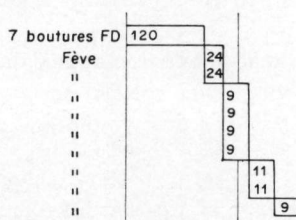
peu malades. Ils ont été réalisés, pour cinq d'entre eux avec un élevage de *S. littoralis* originaire de Corse, et pour le sixième avec un élevage de *S. littoralis* en provenance du Sud Ouest de la France. Ces deux élevages étaient entretenus selon une technique déjà publiée (Caudwell *et al.*, 1970, p. 418).

Les cicadelles ont été placées sur les boutures de vignes malades pendant trois semaines, puis elles ont été transférées sur des plantes saines (vignes ou fèves, variétés Strube ou Bianka) pour une semaine. Au bout de ce temps, les survivantes ont été réparties sur de nouvelles plantes saines, et ainsi de suite jusqu'à la mort des cicadelles.

B. Résultats.

Dans l'ensemble des essais réalisés selon cette méthode, aucun symptôme n'est apparu, ni sur les vignes ni sur les fèves inoculées (par exemple, fig. 1, essai 654).

Nous avons pu vérifier cependant, selon cette même méthode, que les cicadelles *S. littoralis* en provenance de Corse transmettaient très bien la Flavescence dorée d'Armagnac (par exemple, fig. 1, essai 639). La méthode ne paraît donc pas devoir être mise en cause.

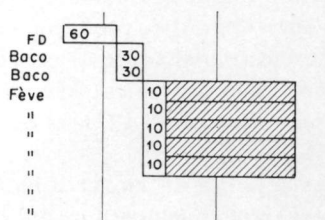


ESSAI 654

Les cicadelles se sont infectées sur des boutures de *Nieluccio malade* (jaunisse de Corse).

Les résultats sont négatifs (Il en est de même avec *S. littoralis* originaire du Sud-Ouest).

No results when the cuttings (*Nieluccio*) come from Corsica.



ESSAI 639

Les cicadelles se sont infectées sur des boutures de *Baco 22 A malade* (Flavescence dorée d'Armagnac.)

Les résultats sont positifs et réguliers (100 p. 100 de transmissions avec 10 cicadelles par plante après 21 jours d'incubation).

100 p. 100 transmission when the cuttings (*Baco 22 A*) come from Armagnac.

Les colonnes verticales représentent les mois.

The vertical columns indicate the months.

30 Les rectangles non hachurés représentent le temps passé par un lot de cicadelles sur la plante donnée en marge. Les chiffres indiquent le nombre de cicadelles du lot.
Feeding time of the leafhoppers on a given plant.

/// Les rectangles hachurés représentent le temps d'incubation dans la plante.
Incubation-time of symptoms in the plant.

Les cicadelles sont transférées chaque semaine d'une série de plantes hôtes à une autre série de plantes hôtes, ce qui se traduit sur le schéma par le décalage en escalier des rectangles non hachurés.

La projection horizontale des rectangles non hachurés représente pour les cicadelles le total : temps d'acquisition + temps d'inoculation.

The leafhoppers are weekly transferred from a batch of hostplants to another batch (the transfer is indicated by the stair-like shape of the figure).

FIG. 1. — Transmissions par *S. littoralis* originaire de Corse, utilisant comme source d'infection des boutures prélevées sur des ceps malades.

Transmissions by *S. littoralis* (from Corsica), using cuttings from diseased plants as infection source for the leafhoppers.

Avant de conclure que le *S. littoralis* ne transmettait pas la jaunisse du vignoble corse, il convenait de vérifier si ces échecs ne provenaient pas d'une faible infectivité des boutures de vigne à symptômes faibles utilisées comme source d'infection pour les cicadelles.

2. — Les essais de transmission utilisant comme source d'infection des ceps malades transplantés

A. Matériel et méthodes.

Dans la recherche d'autres sources d'infection, il semblait peu intéressant à priori d'utiliser des ceps malades transplantés. Selon la connaissance que nous avions du comportement de la Flavescence dorée sur divers cépages, les ceps malades se rétablissent, sauf s'ils ont été réinoculés (Caudwell, 1964).

Cependant le comportement du Nieluccio était apparu différent. Ce cépage montre au champ, dans l'année qui suit son inoculation, des symptômes généralisés mais peu prononcés. Ceux-ci s'aggravent ensuite d'année en année pour aboutir en 3 ou 4 ans à la mort du cep (Caudwell et al., 1974).

C'est la connaissance de cette évolution qui nous a décidés à demander, fin 1973, en additif au programme prévu, l'envoi à Dijon de vingt ceps entiers de Nieluccio notés peu malades en 1973, et donc susceptibles de montrer des symptômes graves en 1974.

Ces ceps ont eu en serre un débourrement lent et difficile. Certains n'ont pas débourré. Mais quelques-uns ont montré des symptômes accentués, marqués par le rougissement des feuilles et le changement de couleur des rameaux. Ils ont été utilisés en serre comme source d'infection pour des cicadelles *S. littoralis* originaires de Corse.

B. Résultats.

La transmission s'est bien effectuée dans ces nouvelles conditions. L'incubation dans la cicadelle (temps d'acquisition + temps d'inoculation) a été de 35 jours.

Ces essais ont abouti essentiellement à l'inoculation de fèves (*Vicia faba*) destinées à servir de « pied de cuve » permanent pour les études de laboratoire sur la jaunisse de Corse.

En conclusion de ce premier chapitre, on peut dire que le *S. littoralis* originaire de Corse est capable de prélever et de transmettre la jaunisse du vignoble corse, à condition de bien choisir le matériel végétal malade servant à infecter les cicadelles.

Pour les essais à réaliser hors de la région corse affectée par l'épidémie, il faut infecter les vecteurs sur des pieds malades transplantés, et non sur des boutures prélevées sur des ceps malades.

Nous avons pu vérifier aussi que le *S. littoralis* de Corse transmet la Flavescence dorée d'Armagnac aussi bien et dans les mêmes conditions que le *S. littoralis* du Sud-Ouest (Essai 639 par exemple, fig. 1).

II. — Transmission de la jaunisse du vignoble corse de la fève à la fève (entretien de la souche) et de la fève à la vigne (Dijon, 1973, 1974)

Les essais du chapitre I ont abouti à l'inoculation de féveroles *Vicia faba*. C'est sur cette plante que la Flavescence dorée d'Armagnac est entretenue dans notre labo-

ratoire par un transfert régulier de fève malade à fève saine par l'intermédiaire de la Cicadelle *E. variegatus*.

D'autre part, l'expérience de la Flavescence dorée d'Armagnac nous avait appris que la fève malade est une meilleure source d'infection que la vigne pour *S. littoralis* (Caudwell *et al.*, 1970, p. 426).

La transmission de la jaunisse de Corse à la fève permettait donc d'envisager deux groupes d'essais, les uns utilisant *E. variegatus* pour des transferts de la fève à la fève ou à d'autres plantes, et les autres utilisant *S. littoralis* pour les essais de retour à la vigne.

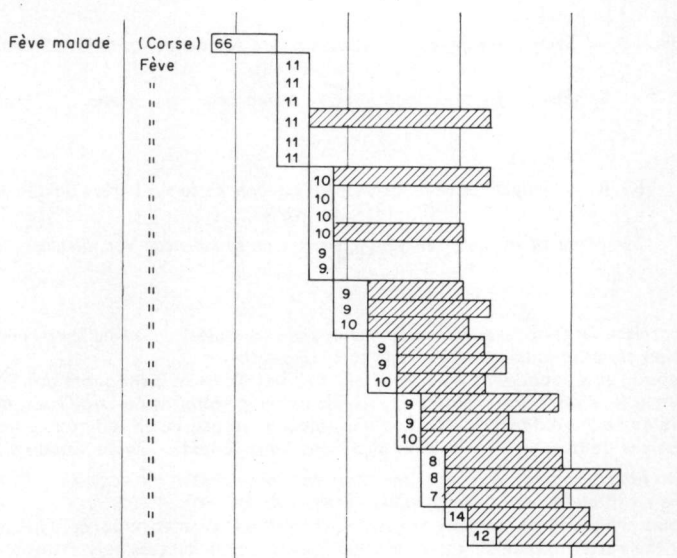
1. — Matériel et méthodes

Les essais du premier type ont été réalisés avec les élevages de *E. variegatus* utilisés normalement au laboratoire de Dijon pour la flavescence dorée (Caudwell *et al.*, 1977).

Les essais utilisant *S. littoralis* ont été réalisés avec des élevages provenant soit de Corse (nés d'œufs ramassés en Corse), soit du Sud Ouest (nés d'œufs ramassés en Dordogne).

Avec *E. variegatus* dont la vie à l'état adulte est assez longue, l'infection des cicadelles s'est faite en les plaçant à l'âge « jeune adulte » sur des fèves en début de maladie.

Avec *S. littoralis*, dont la vie à l'état adulte est brève, l'infection des cicadelles s'est faite en les plaçant au quatrième ou cinquième stade larvaire sur les fèves en début de maladie.



La légende est la même que celle de la figure 1.

The legend is the same as in figure 1.

FIG. 2. — Essai 862 : Reprise de la Jaunisse de Corse sur la Fève par *E. variegatus*.
Backtransmission of the Corsican yellow disease from diseased broadbean by *E. variegatus*.

Après une incubation de 18 à 28 jours, on obtient 100 p. 100 de transmission.

After an incubation time of 18-28 days, we obtain 100 p. 100 transmission.

Dans les deux cas, les cicadelles sont laissées 17 à 21 jours sur la fève malade, puis elles sont réparties sur des plantes saines à raison d'environ dix par plante. On les laisse une semaine sur ces plantes, puis on procède à une nouvelle répartition chaque semaine.

2. — *Résultats obtenus avec la cicadelle E. variegatus : entretien au laboratoire de la souche de la jaunisse de Corse sur Vicia faba*

Dans une série d'essais effectués durant l'hiver 1973, la jaunisse de Corse a été transmise plus de soixante fois de fève malade à fève saine par la cicadelle *E. variegatus*.

L'incubation dans la cicadelle demande 21 à 30 jours. Une fois ce temps passé, la transmission réussit à 100 p. 100 lorsque l'on met 7 à 10 cicadelles par plante (essai 862 par exemple dans la fig. 2).

Ces essais ont montré que *Vicia faba* est une bonne source d'infection pour la jaunisse du vignoble corse et que *E. variegatus* la transmet très efficacement de la fève à la fève.

FIG. 3. — *Symptômes de la Flavescence dorée d'Armagnac sur la fève Strube*
(Photo Caudwell).

Symptoms of Flavescence dorée on broad bean var. Strube.

FIG. 4. — *Symptômes de la Jaunisse du vignoble corse sur la fève Strube*
(Photo Caudwell).

Symptoms of the corsican yellow disease on broad bean var. Strube;

FIG. 5. — *Comparaison de deux fèves Strube de même âge et inoculées en même temps par la Flavescence dorée (à droite) et par la jaunisse du Vignoble corse (à gauche).*

Si les symptômes sont identiques dans le détail (fig. 3 et 4), ils se distinguent par une gravité plus grande pour la fève de la souche de Flavescence dorée originaire du Sud-Ouest de la France. Il est probable que cette différence résulte d'une sélection qui se serait faite au cours des transmissions successives de la fève à la fève (Explications dans le texte) (Photo Caudwell).

Comparison of two broadbean (var. Strube) of the same age inoculated at the same time by the Flavescence dorée (on the right) and by the corsican yellow disease (on the left).

The symptoms are identical, but they are stronger for the Flavescence dorée. This small difference is probably the result of a selection of the pathogen when successively transferred from *Vicia faba* to *Vicia faba* during a long period.

FIG. 6. — *Symptômes de la Jaunisse du vignoble corse sur le cépage Baco 22 A, qui est l'indicateur de la Flavescence dorée* (Photo Caudwell).

Symptoms of the corsican yellow disease on the grape variety Baco 22 A, the best indicator for the Flavescence dorée.



3



4



5



6

Nous avons pu ainsi entretenir au laboratoire une souche de la jaunisse du vignoble corse par un repiquage régulier de fève malade à fève saine. La souche se trouve ainsi successivement disponible sous forme de fèves malades à symptômes récents, ou sous forme de cicadelles *E. variegatus* infectieuses.

Les symptômes obtenus sur *Vicia faba* sont très semblables à ceux que donne la Flavescence dorée d'Armagnac. Il y a dans les deux cas jaunissement des feuilles apicales avec repli des bords vers le haut en forme de cuiller. On note aussi, dans les deux cas, une stérilité des plantes à partir du moment où la maladie s'installe sans qu'il y ait formation de virescences ou de phyllodies (fig. 3, 4, 5).

Cependant, les symptômes sont moins accentués avec la jaunisse du vignoble corse qu'avec la Flavescence dorée d'Armagnac, et le temps d'incubation dans la plante est un peu plus long (en moyenne 28 jours au lieu de 21 jours pour la Flavescence dorée d'Armagnac). Il n'est pas impossible que ces deux différences proviennent uniquement d'une plus longue adaptation de la Flavescence dorée d'Armagnac à cet hôte expérimental qu'est *Vicia faba*. On se souvient en effet que les premiers symptômes de Flavescence dorée obtenus sur la fève (Caudwell *et al.*, 1970) avaient été difficiles à déceler. Ils se sont ensuite peu à peu accentués, au fur et à mesure des transferts de fève à fève, sans que diminue l'infectivité de la souche pour la vigne.

3. — Résultats obtenus avec le vecteur *S. littoralis* : les essais de retour à la vigne

Il était utile d'inoculer plusieurs cépages de vigne avec la jaunisse du vignoble corse. Pour cela, on ne pouvait utiliser que le vecteur *S. littoralis* qui vit bien sur la vigne.

Au cours d'essais entrepris avec respectivement vingt-cinq, cent quarante et trois cent vingt larves de *S. littoralis* originaires de Corse, la jaunisse du vignoble corse a été transmise à dix boutures saines de Nieluccio sur vingt-quatre inoculées, à trois boutures de Chardonnay sur cinq inoculées et à deux Baco 22 A sur deux inoculées (fig. 6).

Ces résultats sont suffisants pour établir qu'il y a eu transmission efficace de la jaunisse du vignoble corse par le *S. littoralis* de Corse. Cependant les proportions obtenues de transmission auraient probablement pu être supérieures si les boutures saines de Nieluccio et de Chardonnay s'étaient trouvées moins près de leur aoûtement, au moment de leur inoculation.

Les symptômes obtenus sur ces trois cépages ont reproduit très exactement le syndrome de la jaunisse du vignoble corse et de la Flavescence dorée (fig. 6).

On peut dire en conclusion de ce deuxième chapitre que les symptômes de la Flavescence dorée et de la jaunisse du vignoble corse peuvent être considérés comme identiques sur une gamme d'hôtes végétaux comprenant *Vicia faba* et les trois cépages de vigne Baco 22 A, Chardonnay et Nieluccio.

D'autre part, les deux maladies sont transmises également par les mêmes espèces de Cicadelles, *S. littoralis* originaire soit du Sud Ouest, soit de Corse, et *E. variegatus*.

La souche de la jaunisse de Corse peut être conservée en laboratoire selon la même méthode que la Flavescence dorée par un passage alterné de *Vicia faba* à *E. variegatus*, et de cette cicadelle à *Vicia faba*.

III. — Les essais de transmission de la vigne à la vigne (Bordeaux, 1974, 1975)

En parallèle avec les essais menés en Corse même, il était utile de tenter des essais de transmission de la jaunisse de Corse directement de la vigne à la vigne avec le *S. littoralis* originaire de Corse ou originaire du Sud Ouest de la France.

1. — Matériel et méthodes

Ces essais, conduits à la Station de Zoologie de Bordeaux, ont utilisé comme source d'infection pour les Cicadelles des ceps de Nieluccio malades, transplantés en début de maladie, selon les conclusions du chapitre I.

Ces ceps transplantés ont reçu sous manchon des lots de *S. littoralis* dont l'importance variait selon la vigueur du cep. Après une période de 15 à 21 jours, les Cicadelles ont été placées par lots de quinze sur des boutures de vignes saines provenant de matériel non virosé fourni par nos collègues des Stations de Viticulture de Bordeaux et de Marseillan (Hérault).

Les Cicadelles *S. littoralis* utilisées dans ces essais provenaient des éclosions obtenues à partir d'œufs originaires soit de Corse soit du Sud Ouest français (Dordogne).

2. — Résultats

Les résultats sont présentés dans les tableaux 1 et 2. On note en 1974 (tabl. 1) un total de cinq transmissions sur treize boutures inoculées, soit environ 38 p. 100, et en 1975 (tabl. 2) un total de seize transmissions sur trente et une bouture inoculées, soit environ 50 p. 100.

TABEAU 1

Essais de 1974 de Bordeaux (Experiments of 1974 in Bordeaux)					
Essais :			Témoins (Control) :		
Transmission de la jaunisse de Corse (Transmission of the corsican yellow disease)			Transmission de la Flavescence dorée d'Armagnac (Transmission of the Flavescence dorée)		
Vecteur utilisé (Vector used)	Résultats (Results)	Cépage inoculé (Grape variety inoculated)	Vecteur utilisé (Vector used)	Résultats (Results)	Cépage inoculé (Grape variety inoculated)
<i>S. littoralis</i> du Sud Ouest	0 sur 5 2 sur 3	Baco 22 A Nieluccio	<i>S. littoralis</i> du Sud Ouest	15 sur 19 4 sur 10	Baco 22 A Ugni blanc
<i>S. littoralis</i> de Corse	3 sur 5	Nieluccio	<i>S. littoralis</i> de Corse	4 sur 5	Baco 22 A
Au total 5 sur 13 soit 38 p. 100			Au total 23 sur 34 soit 67 p. 100 chez les témoins		

Les pourcentages de transmission ne sont pas significativement différents selon qu'il s'agit d'essais réalisés avec les Cicadelles originaires de Corse ou du Sud Ouest français.

TABLEAU 2

Essais de 1975 de Bordeaux (Experiments of 1975 in Bordeaux)					
Essais :			Témoins (Control) :		
Transmission de la jaunisse de Corse (Transmission of the corsican yellow disease)			Transmission de la Flavescence dorée d'Armagnac (Transmission of the Flavescence dorée)		
Vecteur utilisé (Vector used)	Résultats (Results)	Cépage inoculé (Grape variety inoculated)	Vecteur utilisé (Vector used)	Résultats (Results)	Cépage inoculé (Grape variety inoculated)
<i>S. littoralis</i> du Sud Ouest	2 sur 5 2 sur 4	Ugni blanc <i>Vitis riparia</i>	<i>S. littoralis</i> du Sud Ouest	8 sur 10 11 sur 20 3 sur 5	Baco 22 A Nieluccio Ugni blanc
<i>S. littoralis</i> de Corse	5 sur 8 6 sur 10 1 sur 4	Baco 22 A Nieluccio Ugni blanc			
Au total 16 sur 31 soit 50 p. 100			Au total 22 sur 35 soit 63 p. 100 chez les témoins		

Dans des essais témoins de transmission de la Flavescence dorée d'Armagnac, utilisant comme source d'infection des ceps de Baco 22 A laissés sur place dans le vignoble, on a obtenu vingt-trois transmissions sur trente-quatre boutures inoculées en 1974, soit 67 p. 100, et vingt-deux transmissions sur trente-quatre en 1975, soit 63 p. 100.

Il est donc possible que les ceps laissés sur place dans le vignoble constituent une meilleure source d'infection que les ceps transplantés. Les essais réalisés en Corse même devront le vérifier.

En conclusion de ce chapitre, on peut dire que la jaunisse du vignoble corse a été transmise de la Vigne à la Vigne avec le *S. littoralis* originaire soit de Corse, soit du Sud Ouest de la France.

Les symptômes obtenus sur les divers cépages Nieluccio, Ugni blanc, et sur l'espèce *Vitis riparia*, sont identiques pour les deux maladies.

IV. — Discussion

La jaunisse de Corse peut être transmise de la vigne à la vigne, ou de la vigne à la fève par le vecteur *S. littoralis* qui est le vecteur naturel de la Flavescence dorée d'Armagnac. Elle peut être transmise de la fève à la fève par la Cicadelle *E. variegatus* qui est le vecteur utilisé au laboratoire pour la Flavescence dorée.

Les symptômes obtenus sur la fève et sur les divers cépages de vigne sont identiques pour les deux maladies. De légères différences de symptômes sur la fève peuvent être imputables à la « nouveauté » de cet hôte pour l'agent pathogène.

Nous pouvons donc conclure, selon nos critères actuels, à l'identité de la jaunisse de Corse et de la Flavescence dorée d'Armagnac.

Cependant, nous avons vu au chapitre I que le comportement du Nieluccio de Corse s'oppose à celui du Baco 22 A utilisé en Armagnac sur deux points importants :

1) Il semble difficile de produire des boutures malades et infectieuses à partir des ceps de Nieluccio malades (paragraphe 1), alors que cette pratique est courante pour le Baco 22 A.

2) Il est possible, chez le Nieluccio, d'obtenir des symptômes sur les ceps malades transplantés, même non réinoculés (paragraphe 2), alors que c'est rare, chez le Baco 22 A.

Ces différences opposent-elles les deux cépages ou les deux maladies ? Il semble qu'il s'agisse de différences de cépages plutôt que de différences entre les maladies. Ces deux caractères sont en effet à mettre probablement en relation avec le fait que le Baco 22 A se rétablit annuellement, alors que le Nieluccio malade évolue vers la mort en 3 ou 4 ans. Il ne se rétablit pas et présente toujours des symptômes généralisés à tout le cep ⁽¹⁾.

Nous avons noté, au cours de l'épidémie de Flavescence dorée en Armagnac, que l'hybride Seyve Villard 18 315 avait un comportement identique en cela, à celui du Nieluccio en Corse. D'autre part, l'Ugni blanc a un comportement invariable en Corse et en Armagnac, avec rétablissement et symptômes localisés (Caudwell *et al.*, 1974).

Les différences observées entre le Nieluccio et le Baco 22 A ne semblent donc pas séparer les deux maladies, mais les deux cépages.

Il résulte de ce travail que la jaunisse du vignoble corse a été identifiée à la Flavescence dorée selon les principaux critères actuellement disponibles : symptômes sur une même gamme d'hôtes, et utilisation des mêmes Cicadelles vectrices.

Lors de recherches ultérieures, nous pourrions pousser plus loin la comparaison en éprouant d'autres plantes tests de la Flavescence dorée, telles que *Vinca rosea*, et *Chrysanthemum carinatum*. Mais dès à présent, il est légitime d'utiliser le nom de Flavescence dorée pour désigner la jaunisse du vignoble corse.

Les recommandations faites dès le début de l'épidémie de Corse, de lutter contre le *S. littoralis* sont justifiées par ces résultats comme elles l'ont été par l'arrêt de l'épidémie dans le vignoble à la suite des traitements préconisés.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Summary

Leafhoppers' transmission of the corsican yellow disease of the grapevine Identification to Flavescence dorée

The epidemic yellow disease of the grapevine, in the vineyards of Corsica has been transmitted from grape to grape, and from grape to broadbean (*Vicia faba*) and vice-versa by the leafhopper *Scaphoideus littoralis* Ball, which is the natural vector of the Flavescence dorée. For the experimental transmissions made outside of Corsica, it is necessary to use as infection source for the leafhoppers,

⁽¹⁾ Les rares exceptions à cette règle seraient peut-être à mettre au compte de l'interaction antagoniste qui existe entre la Flavescence dorée et la virose du Court noué (Caudwell, 1964, p. 59).

whole diseased plants transplanted in the year of the beginning of the symptoms, and not cuttings from the diseased plants as usual.

The corsican yellow disease has also been transmitted from broadbean to broadbean by *Euscelidius variegatus* KBM, a leafhopper which does not exhibit any diapause. This property gives the possibility of keeping the pathogen by a permanent transmission from the broadbean to the vector and vice-versa.

The transmission of the corsican yellow disease is thus achieved by the same leafhoppers vectors as the Flavescence dorée of Armagnac. The symptoms obtained on the broadbean and on different varieties of grape are the same for both diseases.

It is then possible to conclude, according to the present criteria, that the corsican yellow disease is identical to Flavescence dorée.

Références bibliographiques

- BOUBALS D., CAUDWELL A., 1971. Une épidémie de Jaunisse dans le vignoble corse : probablement la Flavescence dorée. *Progr. Agr. Vit.*, CLXXI, 19, 10 p.
- CAUDWELL A., 1964. Identification d'une nouvelle maladie à virus de la vigne, la « Flavescence dorée ». Etude des phénomènes de localisation des symptômes et de rétablissement. *Ann. Epiphyties*, vol. 15, n° hors série.
- CAUDWELL A., Catherine KUSZALA, BACHELIER J. C. et LARRUE J., 1970. Transmission de la Flavescence dorée de la vigne aux plantes herbacées par l'allongement du temps d'utilisation de la Cicadelle *Scaphoideus littoralis* Ball et l'étude de sa survie sur un grand nombre d'espèces végétales. *Ann. Phytopath.*, 2, (2), 415-428.
- CAUDWELL A., BRUN P., FLEURY A., LARRUE J., 1972. Les traitements ovicides contre la Cicadelle vectrice, leur intérêt dans la lutte contre la Flavescence dorée en Corse et dans les autres régions. *Vignes et Vins*, 214, 5-10.
- CAUDWELL A., MOUTOUS G., BRUN P., LARRUE J., FOS A., BLANCON G., SCHICK J. P., 1974. Les épidémies de Flavescence dorée en Armagnac et en Corse, et les nouvelles perspectives de lutte contre le vecteur par des traitements ovicides d'hiver. *Bull. Techn. Inf.*, 294, 783-794.
- CAUDWELL A., LARRUE J., 1977. La production de Cicadelles saines et infectieuses pour les épreuves d'infectivité chez les jaunisses à mollicutes des végétaux. L'élevage de *Euscelidius variegatus* KBM et la ponte sur mousse de polyuréthane. *Ann. Zool. Ecol. anim.*, 9 (3), 443-456.
- SCHVESTER D., CARLE P., MOUTOUS G., 1961. Sur la transmission de la Flavescence dorée des Vignes par une Cicadelle. *C. R. Acad. Sci. France*, 147, 1021-1024.
-

Influence of crop rotations on the population densities of the root lesion nematode, *Pratylenchus indicus* in rice and rice soils

J. Satyanarayana PRASAD and Y. SESHAGIRI RAO

Central Rice Research Institute, Cuttack 753006, Orissa, India

Summary

The effects of rotation crops on the polyphagous plant parasitic nematode *Pratylenchus indicus* and their influence on the following rice crop were investigated. Sesamum, mustard, black gram, green gram among dicots, barley and wheat among the *Gramineae* were non-hosts (build up index less than 1). Raddish and cauliflower crops supported the nematode (1.2-1.3). These and the non-hosts were suitable for rotation in rice soils since the crops raised had low build up of the nematode. But, cereals like maize (4.8-5.4) ragi (8.5) and jowar (14.5) were excellent hosts for the nematode and hence caused severe infestation (9.5-16.8) and consequent loss (12-16 p. 100) in rice. Following soils reduced the nematode injury in the following rice crop but in two successive rice crops, the build up increased from 5.8 to 8.3 and yields were reduced by 37.2 p. 100 in the second rice crop.

Introduction

In rain-fed irrigated and upland rice soils, rice based rotations including cereals, pulses, oil seed and fibre crops are recommended to diversify and increase produce per unit area and to maximise the utilisation of the natural resources (Pande and Mitra, 1978). It has been recognised that rotation crops decrease or enhance the magnitude of polyphagous pest and disease constraints in the base crops. Rotations with ground-nut or jute reduced the damage by the root nematode (*Hirschmanniella mucronata*) in rice crop that followed (Anon, 1970). Rotation with tobacco to control *Pratylenchus zae* in the main crop of *Panicum maximum* (Shepherd, 1968) with *Stylocanthus gracilis* against *P. brachyurus* in cassava (Merny, 1971) with okra against *P. penetrans* in sudan grass and millets (Good *et al.*, 1973) and with pea-nut against *P. brachyurus* in corn (Johnson *et al.*, 1975) were found to be effective in reducing the root-lesion nematode infections. But, *P. indicus* had established as a pest of upland rice and in crops raised after the harvest of fodder (*Pennisetum pedicellatum*) the yield losses due to this nematode were found to be 12 to 27 p. 100 (Rao and Prasad, 1977). With the objective of assessing the potentiality of rotation crops as hosts or otherwise to this nematode, observations were extended in some agronomic field trials on crop rotations at the Central Rice Research Institute, Cuttack.

Materials and methods

Observations on the prevalence and incidence of *P. indicus* were made in three rotational trials involving (1) crops including cereals other than rice-fallow and

TABLE 1

Influence of crop rotations on the buildup of Pratylenchus indicus in rice

Rotation sequence as in figure 1 A				
A ₁	Crop	Sesamum ⁽¹⁾	Fallow	Rice ⁽¹²⁾
	Variety/culture	B 67		CR 143-2-2
	Sown	30.10.74		26.6.75
	Harvest	9.3.75		9.10.75
	Yield kg/ha	No yield		2 500
	Build up (Pf/Pi)	0.8	Nil	8.6
A ₂	Crop	Maize ⁽²⁾	Fallow	Rice
	Variety/culture	Vijaya		CR 143-2-2
	Sown	16.11.74		26.6.75
	Harvest	9.3.75		9.10.75
	Yield kg/ha	4 440		2 200
	Build up (Pf/Pi)	5.5	0.3	9.5
A ₃	Crop	Ragi ⁽³⁾	Fallow	Rice
	Variety/culture	Co 10		CR 143-2-2
	Sown	16.11.74		26.6.75
	Harvest	29.3.75		9.10.75
	Yield kg/ha	3 550		2 000
	Build up (Pf/Pi)	8.5	0.5	15.0
A ₄	Crop	Jowar ⁽⁴⁾	Fallow	Rice
	Variety/culture	S 302		CR 143-2-2
	Sown	3.10.74		26.6.75
	Harvest	3.3.75		9.10.75
	Yield kg/ha	3 780		1 850
	Build up (Pf/Pi)	14.5	0.9	16.8

Rotation sequence as in figure 1 B						
B ₁	Crop	Rice ⁽¹²⁾	Maize ⁽²⁾	Mustard ⁽⁵⁾	Mung ⁽⁶⁾	Rice ⁽¹²⁾
	Variety/culture	CR 113-84-2	Vijaya	Haryana brown	Local	Annapurna
	Sown	7.6.74	9.9.74	5.12.74	27.3.75	13.6.75
	Harvest	28.8.74	3.12.74	11.3.75	23.5.75	18.9.75
	Yield kg/ha	1 980	15 333 cobs/ha	2 450	507	2 948
	Build up (Pf/Pi)	10.2	4.8	0.3	Nil	2.5
B ₂	Crop	Rice	Radish ⁽⁷⁾	Black gram ⁽⁸⁾	Mung ⁽⁶⁾	Rice
	Variety/culture	CR 113-84-2	Red Khasi	Local	Local	Cauvery
	Sown	7.6.74	9.9.74	4.12.74	27.3.75	13.6.75
	Harvest	28.8.74	25.11.74	25.3.75	23.5.75	18.9.75
	Yield kg/ha	2 287	7 666	3 670	925	2 855
	Build up (Pf/Pi)	10.5	1.3	Nil	Nil	3.8
B ₃	Crop	Rice	Cauli-flower ⁽⁹⁾	Barley ⁽¹⁰⁾	Mung ⁽⁶⁾	Rice
	Variety/culture	CR 113-84-2	No. 1	Jyoti	Local	Pusa 2-21
	Sown	7.6.74	7.9.74	4.12.74	27.3.75	13.6.75
	Harvest	28.8.74	3.12.74	13.3.75	23.5.75	27.9.75
	Yield kg/ha	2 380	8 666 fl/ha	5 900	498	3 129
	Build up (Pf/Pi)	10.3	1.2	Nil	Nil	4.2

TABLE 1 (suite)

Rotation sequence as in figure 1 C					
Crop	Variety/culture	Sown	Harvest	Yield kg/ha	Build up (Pf/Pi)
Rice ⁽¹²⁾	JS 52-102	20.6.73	13.10.73	2 600	4.2
Fallow					Nil
Rice	HS 53-107	2.7.74	10.10.74	3 200	1.6
Green gram ⁽⁶⁾	Local	15.10.74	3.11.74	Nil	0.3
Wheat ⁽¹²⁾	Kalyansona	7.11.74	20.3.74	Nil	0.7
Green gram ⁽⁶⁾	Local	22.3.75	20.5.75	Nil	0.2
Fallow					Nil
Rice ⁽¹²⁾	SS 55-304	5.6.75	13.9.75	2 200	3.2
Fallow					0.1
Rice	SG 61-233	5.2.76	25.5.76	3 650	5.8
Rice	SG 61-233	29.6.76	20.10.75	2 300	8.3

⁽¹⁾ *Sesamum indicum* L., ⁽²⁾ *Zea mays* L., ⁽³⁾ *Eleusine coracana* Gaertn., ⁽⁴⁾ *Sorghum vulgare* Pers., ⁽⁵⁾ *Brassica nigra* Koch., ⁽⁶⁾ *Phaseolus mungo* L., ⁽⁷⁾ *Rhaphanus sativus* L., ⁽⁸⁾ *Phaseolus mungo* var. *radiatus*, ⁽⁹⁾ *Brassica oleracea* L. var. *botrytis*, ⁽¹⁰⁾ *Hordeum vulgare* L., ⁽¹¹⁾ *Triticum vulgare* ⁽¹²⁾ *Oryza sativa* L.

rice with each sub-plot measuring 5 M × 3.5 M in 4 replications, (2) rice-maize-vegetable or pulse-rice with each sub-plot measuring 5 M × 3 M in 4 replications and (3) rice-fallow-rice-wheat-green gram-fallow-rice-fallow-rice sequence in sub-plots measuring 40 M × 20 M (table 1).

Soils were sampled by driving auger (2.5 cm diam) to 25 cm depth for collecting one core per M² area of each sub-plot at intervals of 15 days during the entire period of the rotational trial (Rao *et al.*, 1971). An aliquot of one sample was drawn from the mixture of 5 cores to represent an area of 5 M² and was processed by elutriation and wet sieving (Oostenbrink, 1960), for estimation of *P. indicus* populations. Six systematically placed plants were carefully collected on these dates and roots processed for enumeration of the endoparasitic stages of *P. indicus* (Franklin and Goodey, 1949). The build up index of the nematode was expressed as the ratio of the initial population at sowing time to the total population (roots + soil) at each sampling. The build up index at harvest was compared with the grain yield of rice crops in the different trials.

Results and discussion

1. — Rotation with crops including cereals

The initial soil population at sowing of sesamum was 9 in 100 g soil. The crop did not support the nematode (11 to 17) (fig. 1). Low numbers persisted during the fallow period and at sowing time of rice, the population was 9/100 g soil (fig. 1 A). Peak populations reached in soils on 13.8.75 and in roots of rice on 28.9.75. In the first maize crop, peak numbers of nematodes reached in soil on 30.12.74 and 28.2.75 and declined to 22/100 g soil at harvest. At sowing time of rice, the population was

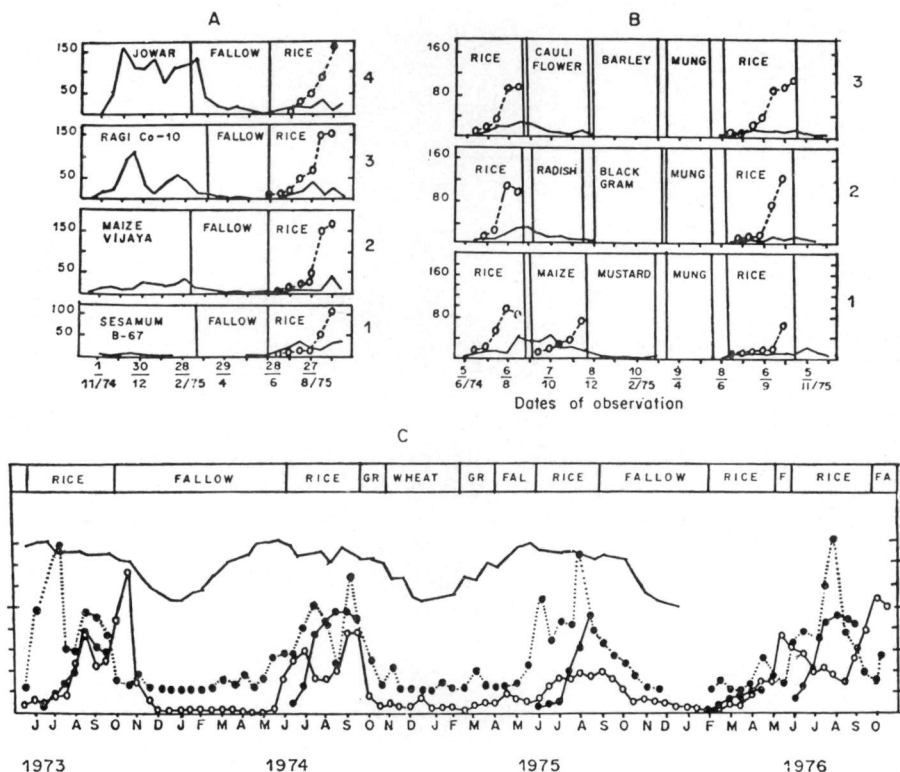


FIG. 1. — Influence of crop rotations on the build up of *Pratylenchus indicus* in rice.

- soil temperature at 5 cm depth in $^{\circ}\text{C}$
- --- ● rainfall in mm
- — ○ population of nematodes/100 g soil
- — ● root population of nematodes/plant

8/100 g soil. In the rice crop, peak populations reached on 29.9.75 both in roots and soils. In the first ragi crop, peak populations reached on 30.12.74 and on 15.2.75 in soil after which there was a decline to 24/100 g soil at harvest. At sowing time of rice, the number of nematodes was 9-13/100 g soil. In rice, nematodes reached peak numbers in roots on 9.9.75 and in soil on 27.9.75. In the first jowar crop, nematodes increased to very high numbers on 16.11.74 (162) and the population persisted till harvest (110/100 g). At sowing time of rice, the nematodes were 16/100 g soil. In rice, peak numbers reached on 13.8.75 in soil and on 9.9.75 in roots.

No increase in nematode population was found in the sesamum crop (build up index 0.8). In the rice crop that followed, the build up index was low (8.6) (table 1). Maize supported nematodes (5.5) and the following rice crop was more affected (9.5) causing a yield reduction of 12 p. 100 over that in the sesamum rotation. Ragi (8.5) was more susceptible than maize and in the following rice crop, there was an increase in the build up (15) and the yield loss to 20 p. 100. Jowar was found to be the suitable

host (14.5) and the rice crop that followed had recorded a further increase in the nematode damage (15.5) and yield loss of 26 p. 100.

2. — Rotation with rice-maize-vegetable or pulse-rice

The initial soil population of *P. indicus* was low (4/100 g soil). In the first rice crop, the population of nematodes increased with the advance in the age of plants with the result, peak numbers prevailed on 29.8.74 in soil and on 6.8.74 in roots (fig. 1 B).

In the following maize crop, high populations prevailed in roots and soil at harvest, on 7.10.74. At sowing of mustard, the soil population was 11/100 g which decreased to 2-4 at harvest. No nematodes prevailed in soil or roots of mung crop that followed. At sowing time of rice var. *Annapurna*, the initial population was 12 which increased to peak numbers on 6.9.75 and declined after harvest of rice (fig. 1 A).

In radish crop following rice, the high population of 38 was reduced to 6/100 g soil at harvest of this crop. Black gram and mung crops raised thereafter did not support nematodes. In the rice crop var. *Cauvery* that followed, the low population of 8 at sowing time had increased to 128 on 6.9.75.

In the cauliflower crop raised after the first rice crop, there was no increase in the soil population of the nematode. Barley and mung crops grown thereafter did not support the nematode. In the following rice crop, var. *Pusa 2-21*, the initial soil population of nematodes/100 g increased to 18 in roots and 100 in soil on 21.9.75 (fig. 1 B).

The build up index in maize was 4.8 but, mustard and mung were non-host crops with the result, the subsequent rice crop of var. *Annapurna* had low build up index (2.5). Radish showed a build up index of 1.3 while the successive crops of black gram and mung were non hosts and hence the rice crop var. *Cauvery* had low build up index (3.8). Cauliflower had no influence on the activity of *P. indicus* (1.2) and barley and mung crops that followed reduced the nematodes. The rice var. *Pusa 2-21* had low build up (4.2) (table 1).

3. — Rotation with rice, wheat, green gram, rice, rice

The initial soil population at sowing time of rice cult. JS 52-102 on 20.6.73 was 3/100 g which had increased to peak in September (38). Peak numbers were found at the same time in roots (375) after which there was a decline (fig. 1 C). Very low numbers (below 20) prevailed during the fallow period from 13.10.73 to 2.7.74 and infected rice cult. HS 53-107 which showed peak numbers in soils and roots (65, 510) in September after which the number declined to 20 when green gram crop was raised. In wheat crop that followed, there was a low population (15) and low numbers (8) persisted. In the fallow season during 20.5.75 to 5.6.76, there was a persisting population of 15 nematodes/100 g. This population affected the rice crop of cult. SS 55-304 reaching peak numbers in September in roots (29) and in soil (580). After the harvest of rice in October, population declined to 2/100 g soil during the fallow period from 13.9.75 to 5.2.76. The rice crop of var. SG 61-233 that followed showed gradual increase in the nematodes in May 1976 (130) after which it declined (45/100 g). In the second rice crop of the same variety that followed, the population

increased to 85 in soil during October and 470 in roots during August after which it declined (400).

In the first rice crop of JS 52-102, the build up index was 4.2. Due to fallowing, the rice crop that followed showed a build up index of 1.6. Green gram (0.3) and wheat (0.7) reduced nematodes and the rice that followed showed low build up index of 3.2. Fallowing for 6 months reduced nematodes to negligible numbers (table 1). The rice crop of var. SG 61-233 showed a build up index of 5.8 and when the next rice crop of the same variety was raised, the nematodes adversely affected this crop (8.3) and reduced yield by 1 350 kg.

The earlier reports on effects of monoculture on the increase of *P. penetrans* in buck wheat (Marks and Townshend, 1973), *P. neglectus* in barley (Glair et al., 1969) or maize (Egunjobi, 1974) confirmed the present findings on *P. indicus* in monoculture of rice. Adoption of crop rotation sequences involving sesamum, pulses or barley or wheat seemed to bring about a sizeable reduction in the population of *P. indicus* in rice crop. Damage to rice crop was higher in rotations following jowar and ragi.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Acknowledgements

The authors express their sincere thanks to Shri B. K. Mandal of Crops and Soils Division, Central Rice Research Institute for providing facilities to take observations in the fields.

Résumé

Influence des rotations culturales sur les densités de population de Pratylenchus indicus dans les cultures de riz et dans les sols de rizières

On a étudié les effets des rotations culturales sur le nématode phytophage *Pratylenchus indicus* et leur influence sur la culture de riz suivante. Le sésame, la moutarde, le pois vert et le pois noir parmi les dicotylédones, l'orge et le blé parmi les graminées ne sont pas des plantes-hôtes pour le nématode. Le radis et le chou-fleur sont résistants. Ces deux catégories de végétaux conviennent pour les rotations puisqu'ils réduisent les populations du nématode. Des céréales comme le maïs, le « ragi » et le « jowar » sont des plantes hôtes excellentes pour le nématode et occasionnent des pertes de 12 à 16 p. 100 dans le riz. Les sols en jachère réduisent les dommages causés par les nématodes dans la culture de riz qui suit, mais lorsqu'il y a deux cultures successives de riz, l'infestation passe de 5,8 à 8,3 p. 100 et la récolte est réduite de 37,2 p. 100 lors de la seconde culture.

Références bibliographiques

- ANON, 1970. Annual Report 1970 CRRI, Cuttack, Orissa.
 EGUNJOBI A. O., 1974. Nematodes and maize growth in Nigeria I. Population dynamics of *Pratylenchus brachyurus* in and about the roots of maize and its effects on maize production of Ibadan. *Nematologica*, **20**, 181-186.
 FRANKLIN M. T., GOODEY J. B., 1949. A cotton blue lactophenol technique for mounting plant parasitic nematodes. *J. Helminthol.*, **23**, 175-178.
 GLAIR R., MATHIAS P. L., HARVEY P. N., 1969. Studies on cereal nematode populations and cereal yields under continuous or extensive culture. *Ann. appl. Biol.*, **63**, 503-512.
 GOOD J. M., MURPHY W. S., BRODIE B. B., 1973. Population dynamics of plant nematodes in cultured soil length of rotation in newly cleared and old agricultural land. *J. Nematol.*, **5** (2), 107-112.

- JOHNSON A. W., DOWLER C. C., HAUSER, E. W., 1975. Crop rotation and herbicide effects on population densities of plant parasitic nematodes. *J. Nematol.*, **7** (3), 158-168.
- MARKS C. F., TOWNSHEND J. L., 1973. Multiplication of root lesion nematode *Pratylenchus penetrans* under orchard crops. *Can. J. Pl. Sci.*, **53**, (1), 187-188.
- MERNY G., 1971. The plant parasitic nematodes associated with some tuber crops. Dakar, Senegal Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. 1971, 8 p.
- OOSTENBRINK M., 1960. Estimating nematode population by some selected methods. In *Nematology* Eds. Sasser and Jenkins Univ. N. Carolina press. Chapel Hall. Raleigh.
- PANDE H. K., MITTRA B. N., 1978. Rice based cropping system in irrigated areas of high rainfall zone. Paper presented in National Symposium on increasing Rice Yield in Kharif held on February 8 to 11, 1978 at CRRRI, Cuttack, Orissa.
- RAO Y. S., ISRAEL P., RAO V. N., RAO Y. R. V. J., BISWAS H., 1971. Studies on the nematodes of rice and rice soils. III Sampling and extraction methods for nematodes. *Oryza*, **8** (1), 65-74.
- RAO Y. S., PRASAD J. S., 1977. Record of root-lesion nematode damage in upland rice. *Intern. Rice Res. News letter*, **2** (1), 6-7.
- SHEPERD J. A., 1968. A nematode survey of tobacco soils in Rhodesia and Zambia and the effect of grass tobacco rotations on nematode populations. *Rhod. J. Agric. Res.*, **6** (1), 19-26.
-

Potentiality of *Pratylenchus indicus* Das 1960, the root-lesion nematode as a new pest of upland rice

J. Satyanarayana PRASAD and Y. SESHAGIRI RAO

Central Rice Research Institute
Cuttack 753 006 (Orissa) India

Summary

In the investigations on the evaluation of loss in grain yields of upland rice due to the infestation by *Pratylenchus indicus* Das, it was found that the reduction of earheads was upto 33 p. 100 of grain yield upto 55.5 p. 100 and weight of thousand grains upto 15.1 p. 100, among the six varieties tested. In the nematode infested plants, the protein content of grains increased from 10.6 p. 100 in *Bala* to 20.2 p. 100 in CRM 4-4. The variety *Lalnakanda* 41 did not show increase. The increase in crude protein could be explained by the poor filling of kernels following nematode injury and disturbance in the normal physiological functioning of roots. In fields, depending on the degree of infestation, for every increase of one hundred nematodes in roots, yields were reduced by 0.28 to 1.05 p. 100 among the four varieties tested. Soil application of fensulfothion, oxamyl or carbofuran at 1 kg/ha or DBCP 181/ha at 30 days age of standing crops of the rice var *Bala* controlled the nematode from 69 to 98 p. 100 and increased the number of earheads by 25 to 56.7 p. 100. Yield losses could be averted by 48.5, 40.2, 37.6 and 15.5 p. 100 respectively with the above nematicides.

Introduction

Root-lesion nematodes viz., *Pratylenchus zeae* Graham 1951 from Louisiana (Atkins *et al.*, 1956) and Japan (Yokoo, 1962) *P. brachyurus* Luc et Guiran 1960 from Ivory Coast (Luc and Guiran, 1960) *P. vulnus* Allen and Jenson, 1951 and *P. coffeae* Goodey, 1951 in Japan (Yokoo, 1962) were found to be associated with rice culture. A preliminary survey of areas in Kerala, Gujarat, Orissa, Assam and West Bengal in India revealed the presence of *Pratylenchus indicus* Das in rice and soils (Rao and Prasad, 1977). Roots of infested plants showed lesions on surface with necrotic cells in cortex. The lesions later coalesced causing retardation in the physiological functioning and root decay. Discolouration of top leaf commenced from tip downwards and as the age of plants advanced, the chlorosis spread and the plants were stunted. Earheads were reduced by 33 p. 100 and filling of kernels was inhibited resulting in a loss of 55.4 p. 100 in grain yield (Prasad, 1976). The potentiality of this nematode as a pest of rice was therefore investigated under inoculated conditions in green house and in fields.

Materials and methods

A. Green house evaluation : Seeds of six upland rice varieties were sown in trays (75 cm $\times$ 75 cm) filled with sterilised soil to a depth of 12 cm and saturated with water. Seeds were sown in lines 15 cm apart and 7.5 cm between seeds. When sprouts were 10 days old, soil in four trays was inoculated with an aqueous suspension of *P. indicus* to give nineteen female and ten male nematodes per sprout, in four replicates of each variety and four replicates were left uninoculated. At 30 days after inoculation, top dressing of 40 kg N/ha was given with ammonium sulphate. At harvest, the earbearing tillers, yield of grain from twenty plants and weight of one thousand grains were compared from each variety under both inoculated and uninoculated conditions. Protein content of grain was estimated on oven dry basis by Kjeldahl's distillation method (Patnaik *et al.*, 1966).

B. Fields evaluation : An upland rice field where the population of *P. indicus* ranged from 100-133/500 g soil was selected and thirty-six sub-plots each of 5 M $\times$ 5 M were laid out, each separated by 0.35 M all round. Initial sampling of soil for the nematode population was made by the method described earlier (Rao *et al.*, 1971).

i) Loss in grain yield : In sixteen sub-plots, four upland rice cultures were dry sown in four replicates, in lines 15 cm apart and at 7.5 cm spacing between seeds. Top dressing of 40 kg N/ha was given to crops at 40 days age. At heading stage, twenty plants from each sub-plot were individually sampled for correlating the grain yield with the population of *P. indicus* in roots.

ii) Avoidable losses : Seeds of the rice var. *Bala* were sown in twenty sub-plots as in (i) above. When crops were 30 days old and had sufficient endoparasitic stages of *P. indicus* in roots (500/g fresh weight), soils were treated with four nematicides and with water as control treatment in four replications. Population of nematodes in roots of all plants, earbearing tillers and grain yield were compared at harvest from a sample of 1 sq M area of each sub-plot.

Results

A. — Green house evaluation : Infestation by *P. indicus* resulted in the reduction of earbearing tillers upto 33 p. 100 in CR 141-4004-2-192 and grain yield of plant upto 55.4 p. 100 in *Annapurna* (table I). There was a general decrease in the weight of one thousand grains from 2.6 p. 100 in *Lalnakanda* 41 to 15.1 p. 100 in CRM 4-4. The protein content of grains from healthy plants ranged from 6.44 p. 100 in CRM 4-4 to 9.79 p. 100 in *Lalnakanda* 41. In the inoculated varieties, excepting *Lalnakanda* 41, the grain protein had increased upto 20.2 p. 100.

B. — Field evaluation :

i) Loss in grain yield : The initial population of *P. indicus* at sowing time of rice varieties was 55 per 500 g. Population of the nematodes in roots of plants ranged from 20 to 1 830. The culture CRM 13-3055 was most susceptible followed by CR 113-32, *Bala* and CRM 13-3062 (table II). Yield of grain ranged from 20 mg to 1 200 mg per plant. Analysis for regression on the estimated yield (Y) over the number of nematodes

TABLE 1

Influence of P. indicus incidence on yield and quality of grains in upland rice varieties
(Mean of twenty plants)

Initial population of *P. indicus* at sowing of rice = 55/500 g soil

Variety/Culture	Earbearing tillers per plant		Grain yield per plant (g)		Weight of 1 000 grains (g)		Protein content in (p. 100)	
	Healthy	Infected	Healthy	Infected	Healthy	Infected	Healthy	Infected
CRM 4-4 (Mtu-17)	4	3	5.10	4.20	21.8	18.5	6.44	7.74
		(25)		(17.6)		(— 15.1)		(20.2)
CRM 4-12	4	3	5.22	4.98	18.9	16.6	6.67	7.43
		(25)		(45.9)		(— 12.0)		(11.3)
CR 141-4004-2-192	6	4	9.32	7.02	23.0	22.0	7.91	8.61
(T 90 × IR 8 × N 22 × T(n) 1).		(33)		(24.6)		(— 4.3)		(8.8)
Lalnakanda 41	5	5	6.46	6.20	22.9	22.3	9.79	9.68
				(40.2)		(— 2.6)		
Annapurna (Ptb 10 × T(n) 1)	5	5	7.02	6.82	23.5	20.2	8.38	9.74
				(55.4)		(— 13.4)		(16.2)
Bala	6	5	9.79	6.48	23.0	20.2	7.02	7.76
		(16.6)		(33.8)		(— 11.1)		(10.6)

Figures in parenthesis indicate percentage over control or healthy plants.

TABLE 2

Evaluation of loss in grain yield due to P. indicus infestation in field conditions
(Means of four replications)

Variety/Culture	Nematode population per g fresh roots			Grain yield per plant (mg)		Regression on $Y = (\bar{Y} - b\bar{x}) + bx$	p. 100 yield loss for unit increase of 100 nemas
	Range		mean	Range			
	From	to		From	to		
CRM 13-3055 (irradiated culture of CR 113-32)	75	1 830	664.6	25	1 100	$Y = 482.99 - 0.209 x$	0.62
CRM 13-3062 Bala.....	20 50	1 140 1 625	352.1 450.0	50 50	1 200 1 150	$Y = 549.88 - 0.105 x$ $Y = 248.99 - 0.025 x$	1.05 0.45
CR 113-32..... (NSJ 200 × Padma)	18	1 493	584.9	20	700	$Y = 160.11 - 2.229 x$	0.28

(x) showed significant « b » values. From the regression equations, it was found that for every unit increase of one hundred nematodes, there was a corresponding significant reduction in yield by 1.05 p. 100 in CRM 13-3062, 0.62 p. 100 in CRM 13-3055, 0.45 p. 100 in *Bala* and 0.28 p. 100 in CR 113-32 (table II).

ii) Avoidable losses : The initial population of *P. indicus* at sowing time of rice var *Bala* was 36 per 500 g soil. The final nematode numbers in roots varied from 100.8 to 182.8 in control or water drench treatment. Significant reduction in nematode infestation was obtained with the nematicides. The reduction was by 90.4 p. 100 in fensulfothion, by 80 p. 100 in oxamyl and by 78 and 69 p. 100 respectively in carbofuran and DBCP (table III). The earhead numbers per plant increased by 56.7, 31.6, 53.3 and 25 p. 100 respectively in the above nematicides. The yield of grain from 1 sq M area of crop ranged from 46 to 149 g in the water drench or control., while in the nematicides, it had increased from 77 to 239 g. Thus, loss in grain yield could be averted by nematicidal treatments to the extent of 48.5 p. 100 with fensulfothion, 40.2 p. 100 with oxamyl, 37.6 p. 100 with carbofuran and by 15.5 p. 100 with DBCP in crops infested with the root-lesion nematode.

TABLE 3

Avoidable loss in yield of rice by control of *P. indicus* in upland soils
(Means of four replications)

Initial population of *P. indicus* at sowing of rice = 36/500 g soil

Nematicide and dose a.i. kg/ha	Nematode population		Earheads/sq M		Grain yield/sq M (g)	
	Control	Treated	Control	Treated	Control	Treated
Carbofuran — 1 kg	100.8	22.5 (77.9)	280	431 (53.3)	149	239 (37.6)
2,3-dihydro-2-dimethyl-7-benzo- furanyl methyl carbamate						
DBCP — 18 l	182.8	56.7 (68.9)	300	375 (25.0)	87	103 (15.5)
1,2-Dibromo-3-chloropropane						
Fensulfothion — 1 kg	147.5	14.2 (90.4)	240	439 (56.7)	70	136 (48.5)
0,0-diethyl-o (4-methyl sulfinyl phenyl) monothiophosphate						
Oxamyl — 1 kg	174.5	35.0 (79.9)	234	308 (31.6)	46	77 (40.2)
Methyl N, 'N'-dimethyl-N (methyl carbomoyl) oxy-1- thiooxamimidate						

Figures in parenthesis indicate percentage over control.

Discussion

It has been reported that infestation by the lance nematode *Hoplolaimus indicus* Sher in roots of rice at levels of ten to ten thousand per plant, reduced the crude protein in grain by 0.12 to 2.29 p. 100 (Routray and Das, 1976) in the variety *Annapurna*. On the contrary, infestation by *P. indicus* in roots of rice increased the crude protein of grain which could be explained by the percentage reduction in the weight of one thousand grains in the infested plants due to the poor filling of kernels. By improper filling, the carbohydrate content was less and hence, the protein content increased.

Loss in grain yields and yield attributes in rice due to infestation by *P. indicus* was the result of degradation in the physiological functioning of roots and uptake

of nutrients. With the increase in the number of endoparasites in roots, there was a corresponding significant reduction in grain yield as in the case of root infestation by *Hirschmanniella mucronata* in rice (Panda and Rao, 1971). Thus, for every unit increase of one hundred *P. indicus* in roots, there was a reduction of 1.05 p. 100 in grain yield.

The nematicides viz fensulfothion, oxamyl, carbofuran and DBCP were effective in reducing the endoparasitic stages of nematodes when applied to infested crops and their systemic action was demonstrated. Yield losses upto 48.5 p. 100 could be averted by controlling the nematode in rice.

Conclusions

Infestation of roots by *P. indicus* in rice, resulted in disturbance in the normal physiological functioning of roots and uptake of nutrients with the result, earheads were reduced by 33 p. 100 and thousand grain weight by 15.1 p. 100. The loss in grain yield was by 55.5 p. 100. Varieties reacted differently and for every unit increase of one hundred nematodes in roots, the loss in yield varied from 0.28 to 1.05 p. 100. Soil drench with fensulfothion or oxamyl or carbofuran at 1 kg a.i./ha or with DBCP 18 l/ha controlled the nematodes effectively in the growing crops, followed by increase in the earheads and yield of grain. Since the filling of kernels was inhibited due to the nematode infection in roots, the percentage of crude protein content in grains was increased in the infested plants.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Résumé

Nuisibilité de *Pratylenchus indicus* Das 1960

Nouveau ravageur du riz de montagne

Au cours des essais d'évaluation des pertes de récolte dues à *Pratylenchus indicus* Das pour le riz de montagne, on a constaté parmi les 6 variétés testées, une réduction de 33 p. 100 du nombre d'épis, de 55,5 p. 100 de la récolte de grains et de 15,1 p. 100 du poids de mille grains. Chez les plantes infestées par le nématode le contenu en protéines du grain augmente de 10, 6 p. 100 pour la variété Bala à 20, 2 p. 100 pour la variété CRM 4-4. La variété Lalnakanda ne présente pas une telle augmentation. Cette augmentation en protéines pures pourrait s'expliquer par le faible gonflement, du grain et par la perturbation du fonctionnement physiologique normal des racines. Dans les champs suivant le degré d'infestation, pour chaque augmentation de cent nématodes par racine, la production est réduite de 0,28 à 1,05 p. 100 pour quatre des variétés testées. Un traitement du sol avec du fensulfothion, de l'oxamyl ou du carbofuran à 1 kg/ha dans des cultures âgées de 30 jours de la variété Bala, diminue le nombre de nématodes de 69 à 98 p. 100 et augmente le nombre d'épis de 25 à 56,7 p. 100. Les pertes de récolte peuvent être réduites respectivement de 48,5, 40,2, 37,6 et 15,5 p. 100 avec les nématicides mentionnés ci-dessus.

Références bibliographiques

- ATKINS J. G., FIELDING M. J., HOLLIS J. P., 1955. Parasitic or suspected to be plant parasitic nematodes in rice soils from Texas and Louisiana. *Pl. Dis. Rept.* **39**, 221-222.
LUC M., GUIRAN G. L., 1960. Les Nématodes Associés aux Plantes de l'Ouest Africain. Listes de préliminaire. *Agron. Trop. Ex. du n° 4*.

- PANDA M., RAO Y. S., 1971. Evaluation of losses caused by the root nematode *Hirschmanniella mucronata* Das in rice (*Oryza sativa* L.). *Indian J. agric. Sci.*, **41**, 611-614.
- PATNAIK S., MISRA C. S., BHADRACHALAM A., 1966. The analysis of mineral nutrients in plants. *Lab. Manual* CRRI, Cuttack.
- PRASAD J. S., 1976. Population dynamics of parasitic nematodes. *Ann. Rept. CRRI Cuttack*.
- RAO Y. S., ISRAEL P., RAO V. N., RAO Y. R. V. J., BISWAS H., 1971. Studies on nematodes of rice soils. III. — Sampling and extraction methods. *Oryza*, **8**, 65-74.
- RAO Y. S., PRASAD J. S., 1976. Record of root lesion nematode damage in upland rice. *IRRI Newslett.* 2/77, 5-6.
- ROUTRAY B., DAS S. N., 1976. Some growth characteristics of rice as affected by *Hoplolaimus indicus*. 1 st Natl. Conv. of Indian Helminthol., abstr., **52**, Bhubaneswar, India.
- YOKOO T., 1962. Taxonomic studies of the Genus *Pratylenchus* (Nematoda : Root-lesion nematodes found in Japan. *Agric. Bull. Saga Univ.*, **14**, 161-162.
-

Procedure and device for mass-rearing of *Quadraspidotus perniciosus* Comst. to be used as parasitization support in *Prospaltella perniciosi* (Tow.) and *Aphitis* nurseries

V. CIOCHIA

I.C.C.P.T., Laboratory of Entomology and Biological Control
Brasov, Roumanie

Summary

The author describes a mobile device based on the natural characteristics of the larvae of *Q. perniciosus*. The larvae move towards light put under the apparatus and fall on the vegetal support to be contaminated. This kind of contamination decreases the larval mortality. An other advantage is that the pumpkins, once arranged on the device are not moved until the larvae are ready to be parasitized by *Prospaltella perniciosi* and *Aphitis*.

Since 1971 an insect nursery for mass-rearing of San José Scale and its specific parasite, *Prospaltella perniciosi* (Tow.) was organised at « Stejarul » Experimental Station-Pingaruti Romania, with the financial support of the Agriculture and Forestry Sciences Academy and of the Ministry of Education.

The nursery was organised based on the experience gained at Antibes (Station de Zoologie et de Lutte biologique, INRA) (Ciochia, 1970). Obviously, models of other nurseries were also taken into account. The organization of the Pingarati nursery is described in detail in an ampler publication (in press).

As everybody knows, it is indispensable to have for mass rearing of entomophags a host for parasite or food for ravagers. In this connection, I organized firstly the mass-rearing of mobile larvae by contaminating the vegetal support according to the system used at Valbonne (France). In order to simplify some operations and to avoid the manipulation of the pumpkins which represent the support of *Q. perniciosus* rearing, I have created a mobile device for contamination and rearing. The device consists of a small four-wheeled truck. The truck has four shelves on which slats (20 mm, wide, 15 mm high) are mounted. They are rounded at the upper part where the pumpkins are placed. The slats are mounted one under another, the distance between them being 60 mm (three times the width of the slat). Mounting the slats one under another is necessary in order to allow the larvae to fall from one shelf to the other. In the lower part of the device there is a light chamber above which a glass screen is placed (fig. 1). The screen is covered with transparent paper sheets. Light attracts the mobile larvae due to their conspicuous positive phototropism.

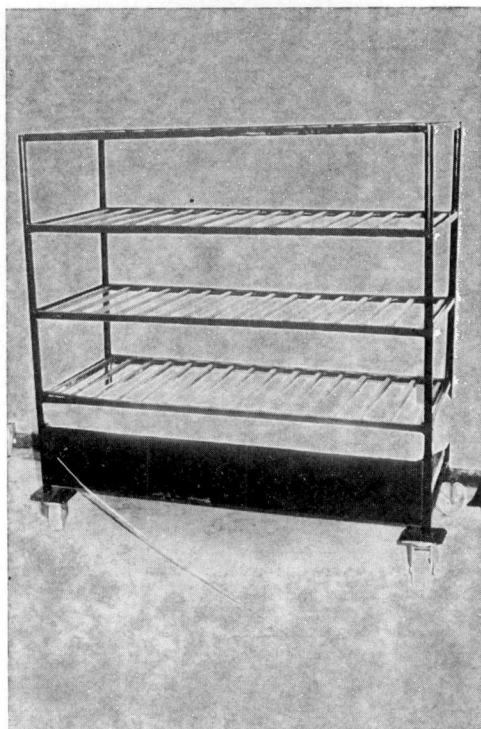


FIG. 1. — *Scheme of the mobile device.*

Falling by gravitation, the larvae reach the pumpkins on the lower shelves contaminating them.

I made the device of L-shaped iron bras. The shelves have the width of 600 mm and the height of 300 mm. The light chamber is 600 mm wide and 200 mm high. The chamber has lateral sliding windows which permit the access to the electric instalation. The length of the device is 1 300 mm, which provides easy manipulation by one person. The width of the device should be correlated with the width of the door to be passed through. The light source consists of day-light fluorescent tubes.

The whole device is stained in mat black. The inside of the light chamber is lined with stanium.

The vegetal support (pumpkins of fodder melons) are brought from storage room where they were kept at 14-16 °C, a relative humidity of 40 p. 100 and continuous light ; after washing they are placed on the shelves of the device and made warm by the room temperature (26 °C).

The pumpkins are arranged according to their sizes and shapes using space with maximum efficiency. The arrangement must be so that the inter-spaces on one shelf correspond vertically to a pumpkin on the next lower shelf thus enabling the contamination by gravity. If however some larvae fall on the light screen they can be collected by raising the transparent paper sheet and placed on non-contaminating pumpkins by shaking the paper over them. The number of the mobile larvae reaching

the screen is extremely low. The pumpkins which are very well contaminated with *Q. perniciosus* and capable to produce mobile larvae are placed on the top shelf. The pumpkins to be contaminated are placed on the remaining shelves. By this procedure I obtained a rapid contamination and a very low mortality of the mobile larvae. The larvae which are not fixed on the vegetal support but placed on the shelf below (fig. 2) fall again on the next shelf contacting other pumpkins. In this way the possibility of choosing the vegetal support increased (fig. 2).

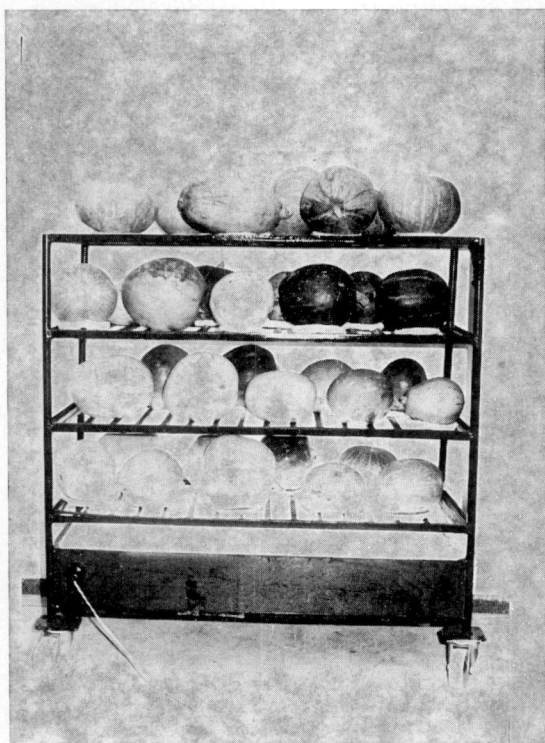


FIG. 2. — The device in function.

After the fixation of the larvae, which lasts 4-5 hours and a security interval of 3 hours, the pumpkins were turned so that their halves which have been illuminated were directed towards the contamination focus. I noticed that the illuminated part is less preferred by larvae for fixation. This is more evident on the shelf which is closest to the screen. After the contamination of the pumpkins with larvae, when more than 50 p. 100 of them are definitively fixed, the pumpkins can be moved on the upper shelf of another truck; if other trucks are not available the contaminated pumpkins are replaced by non contaminated ones on the lower shelves.

The truck with the pumpkins is then transferred into « nursery » room at 26-27 °C and 65 p. 100 relative humidity and 14 hrs light/10 hrs dark illumination regim. The pumpkins are illuminated from the ceiling as uniform as possible. When the larvae

in stadium II are predominant, they are used as parasitization support for *Prospaltella* and *Aphitis*.

In conclusion, the procedure and the device described, are based on the natural characteristics of the mobile larvae of *Q. perniciosus*, i.e. to move towards light because of their obvious (+) phototropism, in combination with gravity which makes the larvae fall on the vegetal support to be contaminated. This kind of contamination decreases the larval mortality. Another advantage is that the vegetal support, once arranged on the device, is not moved until the larvae are ready to be parasitized by entomophags. The device replaces an installation. It is easier to manipulate and avoids touching the vegetal and killing some of the fixed San José scales. When not used for contamination the device can be utilised as mobile shelves in nursery.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Remerciements

Je remercie MM. BENASSY C. et BIANCHI H. qui m'ont initié en 1969 aux méthodes d'élevage de *Prospaltella*.

Résumé

Méthode et dispositif utilisés pour la multiplication de Quadraspidiotus perniciosus Comst. employé comme support de parasitisation dans les élevages de Prospaltella perniciosi Tow. et d'Aphitis

L'auteur a mis au point un dispositif mobile composé d'un châssis monté sur roulettes et de quatre étagères à claire voie sur lesquelles sont posés les potirons destinés à l'alimentation des larves de *Q. perniciosus*. Un éclairage est placé à la base du chariot. Les larves qui ont un photopériodisme positif se déplacent vers la lumière et tombent sur le support végétal. Ce mode de contamination diminue la mortalité et permet de ne pas bouger les potirons, une fois qu'ils ont été placés sur l'appareil, avant que les larves ne soient prêtes à être parasitées.

Références bibliographiques

- CIOCHIA V., 1970. Metoda de crestere în masă a paduchelui din San José (*Q. perniciosus* Comst.) și a parazitului său specific *Prospaltella perniciosi* Tow., utilizată în laboratoarele de luptă biologică de la Antibes. *Stud. Cercet. Biol. anim. Muz. St. Nat. Piatra Neamt*, **1**, 369-388.
- CIOCHIA V., MIHAI C., 1971. Proceden și dispozitiv mobil pentru înmulțirea în masă a paduchelui din San José. *O. S. J. M. B. J. Romania*, n° 59024, 1-3, București.

Biologie et Ecologie de la tordeuse, *Epichoristodes acerbella* Walk. (Lepidoptera Tortricidae)

Madeleine PRALAVORIO et P. MILLOT

Station de Zoologie et de Lutte biologique
Centre de Recherches d'Antibes, I. N. R. A.,
06602 Antibes

Résumé

La tordeuse, *E. acerbella*, a été à l'origine de dégâts graves sur œillet dans les Alpes-Maritimes depuis 1972. L'évolution des populations sur une parcelle d'œillets en serre a été étudiée de 1973 à 1975 sur deux cycles culturaux annuels. Par ailleurs, la mise au point d'une méthode d'élevage sur milieu artificiel a permis de mettre en place une dizaine de pièges sexuels dans notre région ; ceux-ci ont donné des indications complémentaires sur le nombre de vols annuels et sur l'importance des populations. Une méthode de lutte basée sur ces indications a pu être établie et expérimentée dans les Alpes-Maritimes.

Les premières attaques d'*Epichoristodes acerbella* Walk. (Syn. *Epichorista ionophela* Meyr.) ont été signalées en 1971 dans le département des Alpes-Maritimes ; cette espèce nouvelle pour notre région passa pratiquement inaperçue cette année-là. C'est seulement en 1972 que les dégâts prirent une amplitude parfois catastrophique. En conséquence, dès le début de l'année suivante, une étude fut entreprise à la demande des organisations professionnelles.

Ce travail amplifié et poursuivi les années suivantes du fait d'une concertation entre la Recherche Agronomique, le Comité National Interprofessionnel de l'Horticulture et le Centre de Recherches Economiques et d'Actions techniques de la Chambre d'Agriculture des Alpes-Maritimes, fut alors orienté à court terme vers la recherche d'une méthode de lutte chimique (Pralavorio *et al.*, 1977), permettant de faire face rapidement aux problèmes que posait la pullulation de cette espèce aux producteurs d'œillets sans que soient négligées des études plus approfondies concernant sa biologie et son écologie, données indispensables à l'établissement ultérieur d'un programme de lutte.

C'est en 1926, qu'*E. acerbella* a été signalée comme ravageur des œillets en Afrique du Sud, son pays d'origine. Ultérieurement, Jancke (1960), Myburgh et Basson (1961) ont décrit les dégâts importants dus à cette espèce en vergers de Rosacées et particulièrement sur poiriers.

Introduite accidentellement en Italie (Zangheri et Cavalloro, 1971) elle provoqua d'importants dommages aux cultures d'œillets et réduisit les exportations. Une méthode, utilisant les radiations ionisantes fut alors mise au point pour détruire les

insectes dans les lots destinés à l'exportation (Bestagno *et al.*, 1973 ; Cavalloro et Piana, 1972 ; Murtas et Gentili, 1975-1976).

E. acerbella est également présente dans les cultures d'œillets en Espagne et sa présence accidentelle a été signalée au Danemark par Thygesen en 1965 et en Norvège par Fjelddalen (1965).

Dans l'ensemble des pays précédemment cités la tordeuse sud-africaine a été fréquemment confondue lors des premières infestations avec la Tordeuse méditerranéenne *Cacaecimorpha pronubana* Abn. (*Lepidoptera*, *Tortricidae*) qui est endémique depuis de nombreuses années dans les cultures d'œillets de la région (Targe et Deportes, 1961). Ces deux espèces présentent en effet, tant par leurs dégâts que par leur morphologie larvaire, de multiples similitudes ; les travaux de Thygesen (1965), de Mayer (1967) et de d'Aguilar et Deportes (1974) les ont déjà mis en évidence. Nous les rappellerons brièvement (tabl. 1).

TABLEAU 1

Caractéristiques des différents stades de *C. pronubana* et de *E. acerbella*

	<i>E. acerbella</i>	<i>C. pronubana</i>
Ponte	En ooplaques de couleur jaune déposées sur les feuilles œufs de $0,5 \times 0,7$ mm	En ooplaques de couleur verte déposées sur les feuilles œufs de $0,8 \times 1,2$ mm
Chenilles	Couleur verte Plaques prothoraciques brun clair longueur maximum : 18 mm	Couleur verte Plaques prothoraciques brun ochracé longueur maximum : 24 mm
Nymphes	Un groupe de quatre soies et deux groupes de deux soies sur le cremaster	Quatre groupes de deux soies sur le cremaster
Adultes	Ailes antérieures beige clair avec des points noirs (mâle) Ailes antérieures beige doré (femelle) Ailes postérieures beiges	Ailes antérieures brun foncé avec des bandes sombres (mâle) Ailes antérieures brun clair à aspect réticulé (femelle) Ailes postérieures oranges avec une bande brune distale

1. — Méthodes d'études

1.1. — Les plantes-hôtes d'*E. acerbella*

Ravageur des œillets et des vergers de Rosacées dans son pays d'origine *E. acerbella* a été signalé également sur des adventices (Polygonacées, Oxalidés, Papilionacées) par Jancke (1960). Myburg et Basson (1961) l'ont trouvé sur *Cryptostemma* sp., *Raphanus raphanistrum*, *Hypochoeris radicata* et *Rumex acetosella*.

Dans notre région, la tordeuse sud-africaine peut se développer sur de nombreux végétaux spontanés : Composées (*Erigeron* sp. ; *Inula* sp. ; *Sonchus* sp.) ; Crucifères

(*Lepidium* sp.) ; Caryophyllacées ; Graminées (*Carex* sp.) ; Oxalidées ; Portulacées. On ne connaît pas avec précision le rôle joué par ces plantes-hôtes facultatives dans la dissémination et la multiplication de l'espèce, mais elles constituent un réservoir naturel qui est une source de réinfestation possible pour les plantes cultivées. Parmi ces dernières les plus fréquemment attaquées sont, bien entendu, les plantations d'œillets mais on trouve également *E. acerbella* sur des cultures en serre, telles que fraisiers et plus rarement gerberas et rosiers. Dans son pays d'origine, elle a commis des dégâts sur vergers de Rosacées et particulièrement sur Poiriers.

L'œillet, plante-hôte principale, est cultivé dans les Alpes-Maritimes soit en serre (œillet américain et œillet hybride), soit en plein air dans des banquettes sur coteau (œillet niçois). Toutes les variétés sont également attaquées par la Tordeuse, mais les méthodes culturales utilisées sur œillet américain (végétation moins dense, culture sous serre) amplifient les dégâts sur ces cultures qui sont plus touchées par les problèmes posés à l'exportation par la présence de la Tordeuse.

Les cultures d'œillets restent pour la plupart, en place, une ou deux années, dans notre région quel que soit le mode de culture ; leur plantation a lieu généralement au cours du mois de mai et au début du mois de juin. De nombreux pincements sont effectués en juin et juillet au cours de la croissance végétative pour orienter le développement de la plante vers la production florale. Celle-ci débute en automne et se prolonge jusqu'aux mois de mai-juin suivants, date à laquelle les cultures sont, soit arrachées, soit rabattues en vue d'une production automnale (il n'y a généralement pas de production durant l'été).

1.2. — Les méthodes d'élevage

Dès 1973, nous avons cherché à élever les larves d'*E. acerbella* sur milieu gélosé semi-artificiel pour pallier aux inconvénients d'un élevage permanent du phytophage sur plante-hôte. Le milieu utilisé dont la formule est voisine de celui employé pour la Teigne du Poireau (Pralavorio *et al.*, 1973) a également de nombreux points communs avec ceux qui ont été décrits par Cavalloro et Piana (1972) et ultérieurement par de Murtas et Gentili (1975-1976).

Il est composé pour 1 000 g de milieu, des constituants suivants :

Eau distillée	750 g
Agar-Agar	22 g
Semoule de Maïs	130 g
Germe de blé	32 g
Levure de bière désamérisée	35 g
Soy hydrolysât enzymatic *	11 g
Diet fortification mixture *	7 g
Salt mixture *	6 g
Acide ascorbique	4 g
Nipagine	1,3 g
Acide benzoïque	1,7 g

* Produits « Nutritional Biochemical corporation », Cleveland, U.S.A.

Ce milieu est coulé sur une épaisseur de 1 cm environ dans des boîtes en plastique rondes de 8 cm de diamètre. Après refroidissement le milieu est strié profondément avec une aiguille montée pour permettre la pénétration des larves ; vingt-cinq larves sont mises dans chaque boîte dès l'éclosion. Dans les conditions de l'élevage, à savoir une thermo-période de 10 h à 14 h à 15°-25 °C, une humidité relative moyenne de 60 p. 100 et une photopériode de 12 h, le développement larvaire et nymphal dure de 33 à 40 jours (la durée est légèrement inférieure sous ces conditions pour les larves élevées sur œillet).

Plusieurs critères tels que le rendement des élevages (nombre de nymphes obtenues par rapport au nombre de larves nouvelles nées) la fécondité des couples et la fertilité des œufs pondus, ont été retenus pour juger de la valeur alimentaire de ce milieu.

Afin de pouvoir comparer les couples issus de larves élevées sur milieu à des couples s'étant développés dans les conditions naturelles, il a été procédé à des récoltes périodiques de nymphes dans les cultures d'œillets. La méthode d'élevage de tous les adultes était identique et consistait à répartir les couples dans des cagettes constituées d'une poche de cellophane (surface lisse sur laquelle les femelles peuvent déposer leurs œufs) ; celle-ci était fixée sur une boîte en plastique ronde de 4 cm de diamètre contenant l'eau, dont le couvercle perforé permettait d'alimenter les insectes en eau à l'aide d'une mèche de coton, et servait de support à un coton enduit de miel. Une vingtaine de couples ont été ainsi constitués à chaque génération élevée sur milieu et comparés à certaines périodes à des couples dont le développement larvaire avait eu lieu sur œillet (tabl. 2).

TABLEAU 2

Comparaison de la fécondité d'E. acerbella élevée sur milieu artificiel et sur œillet

Milieu					Œillet				
Générat.	Nbre de couples	p. 100 de couples féconds	Fécondité moyenne des femelles ayant pondu	Coefficient de variation p. 100	Générat.	Nbre de couples	p. 100 de couples féconds	Fécondité moyenne des femelles ayant pondu	Coefficient de variation p. 100
1	24	29	559	36,67	1	7	55	359	52,08
2	28	35	438	36,07	2	20	40	365	55,61
3	20	50	511	26,02	3	10	40	304	37,36
4	20	20	449	16,48	4	20	45	338	18,34
5	12	50	524	26,33	5	11	72	450	39,33
6	30	63	490	43,67	6	11	78	246	48,37
7	20	35	361	46,24	7	10	70	349	47,27
8	20	70	459	26,57					
9	20	75	490	48,36					
10	20	95	417	9,35					
Moyenne générale		52	463	40,17	Moyenne générale		57	340	35,28

On constate que seuls, un peu plus de la moitié des couples sont féconds ; ceci peut être dû à l'élevage des adultes par couples isolés, la stérilité pouvant alors provenir soit du mâle soit de la femelle. Il est possible également que l'absence d'œillet ou plus généralement de plante-hôte soit un facteur déterminant de la rétention des œufs dans certains cas.

Par ailleurs, on note que la fécondité des femelles élevées sur milieu est significativement supérieure à celle des femelles élevées sur œillet (Test F). La proportion des œufs stériles est également plus importante dans ce dernier cas (15,4 p. 100 contre 7,51 p. 100 sur milieu) mais ce phénomène est extrêmement variable selon les individus et les générations et n'a pas été établi d'une manière absolument certaine.

Par contre, on constate une forte mortalité embryonnaire dans les pontes des femelles élevées sur milieu qui est probablement le résultat d'une carence alimentaire. Le rendement global des élevages en est diminué alors que le rendement réel (p. 100 de nymphes obtenues par rapport au nombre de larves mises en élevage) est très élevé (tabl. 3).

TABLEAU 3

Rendement de l'élevage sur milieu artificiel

Générat.	p. 100 d'œufs éclos (1)	p. 100 rendement global en nymphes par rapport aux œufs pondus	p. 100 rendement réel en nymphes par rapport aux larves mises sur milieu (2)	Sex-ratio des nymphes
1	58,2	33,2	57,1	0,51
2	66,6	48,2	72,5	0,50
3	55,0	33,5	61,0	0,47
4	87,9	68,0	78,0	0,43
5	46,5	33,4	72,0	0,56
6	55,8	—	—	—
7	62,9	48,8	77,7	0,50
8	62,9	46,5	74,0	0,48
9	64,8	50,0	77,3	0,50
10	69,1	—	—	—
Moyenne	62,9	45,2	71,2	0,49

(1) Pourcentage établi sur la totalité des pontes émises à chaque génération par rapport au nombre d'œufs stériles ou embryonnés morts avant éclosion.

(2) Pourcentage établi sur deux cents larves en moyenne par génération.

Bien que certaines modifications soient nécessaires pour améliorer ce milieu on peut conclure d'après ces résultats que l'adaptation d'*E. acerbella* est satisfaisante. Ceci permet un élevage aisé et continu et assure notamment l'approvisionnement des pièges sexuels.

1.3. — Les méthodes d'études de population

Nous avons eu recours à deux types de méthodes pour suivre l'évolution des populations d'*E. acerbella*.

Tout d'abord, l'observation directe, hebdomadaire des populations sur une parcelle non traitée dans une serre froide, qui a été poursuivie sur deux cycles culturaux de juin 1973 (plantation en mai 73) à juin 1974 et de juin 1974 (plantation en mai 74) à avril 1975.

Par la suite, cette étude a été complétée d'une part, par le contrôle du temps de développement au cours des différentes saisons à partir de larves nouvelles nées, alimentées en serre ou en plein air sous abri, et d'autre part, par la capture des imagos mâles à l'aide de pièges sexuels alimentés par des femelles vierges. Une dizaine de pièges sexuels a ainsi fonctionné dans les Alpes-Maritimes en 1974 et 1975, une partie d'entre eux étant maintenus pendant la période hivernale ; ce chiffre a été réduit à 3 en 1976 mais entre-temps des pièges avaient également été installés dans le Var où un foyer de contamination avait été décelé.

Deux types de pièges ont été utilisés, le premier cylindrique (50 cm de long, 30 cm de diamètre) et portant à sa base une plaque amovible en zinc, engluable (fig. 1), le deuxième dit « à orientation », portant quatre secteurs égaux orientés suivant deux axes perpendiculaires : une cagette amovible contenant les femelles vierges était placée au centre de chaque type de piège. L'orientation était généralement choisie dans le sens du vent dominant, le Sud et l'Est étant, d'après les captures dans les pièges « à orientation », les directions préférentielles.

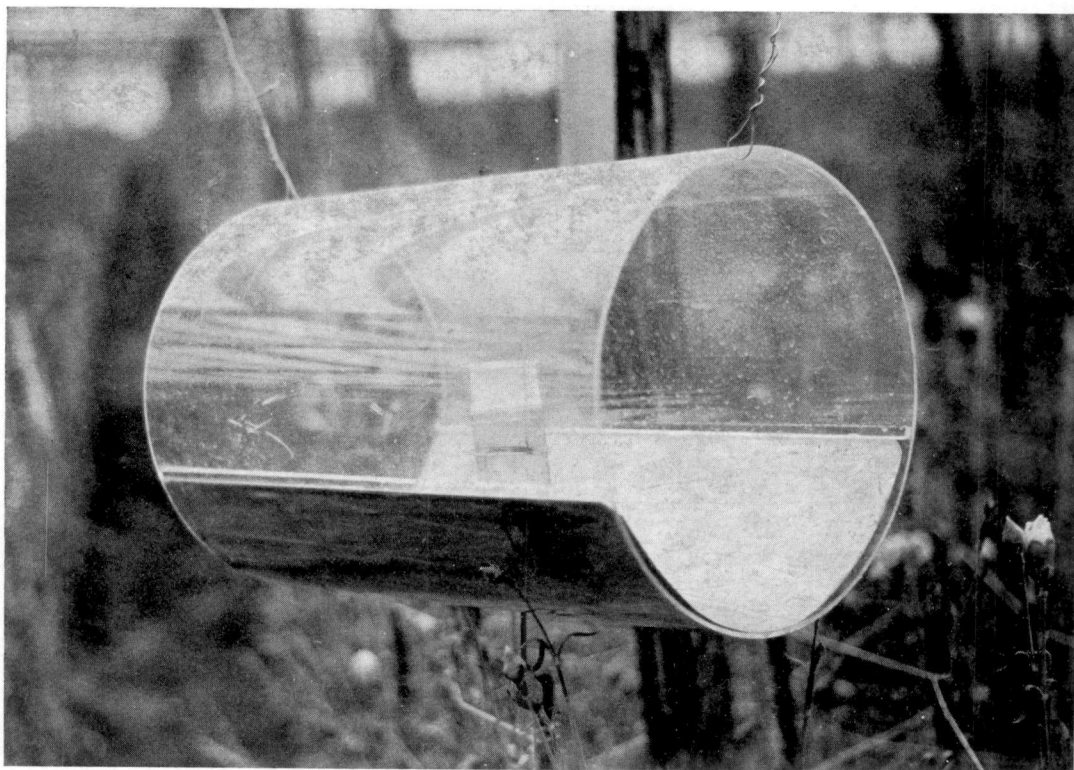


FIG. 1. — Piège sexuel utilisé pour la capture d'*E. acerbella*.

2. — Dynamique des populations

2.1. — Evolution des populations

Plusieurs problèmes se sont posés dès le début de cette étude du fait de la multiplicité des milieux climatiques (serre, plein air) et des biotopes (garrigue, bordure de serre, culture d'œillets) dans lesquels l'espèce évolue. Ces conditions influent diversement sur le développement des larves (issues des pontes déposées à l'automne) qui hivernent à l'intérieur des organes végétatifs ou floraux. Le développement continue lentement pendant l'hiver et le stade nymphal est atteint dans les cas les plus favorables dès le mois de janvier et seulement en mars ou en avril dans les biotopes les plus froids (plein air). Il s'ensuit un étalement des sorties imaginales sur trois mois (premier vol annuel) et dans ces conditions on observe très précocement un chevauchement des différents stades dès le développement de la première génération annuelle au cours des mois d'avril, mai et juin dans les plantations de l'année précédente alors en cours de récolte (fig. 2, semaines 20 à 25, 1974) mais ce chevauchement va en s'accroissant dans les jeunes cultures lors du développement de la deuxième génération annuelle (fig. 2, semaines 27 et suivantes, 1973 et 1974). Par la suite, la population augmente rapidement au cours de l'été pour atteindre son maximum en automne sans que l'on puisse discerner de façon précise par cette méthode, la succession des différentes générations. On constate, par la suite, en cours d'hiver une diminution progressive des stades préimaginaux due à la fois à la mortalité larvaire et à l'émergence des nouveaux adultes. (Notons qu'au cours de ces deux années d'observations un rabattage effectué en novembre 1973, pour remise en état de la culture et un changement de parcelle intervenu en septembre 1975, pour éviter une trop forte dégradation de la plantation, ont indépendamment des autres facteurs contribué à diminuer les populations.)

2.2. — Facteurs intervenant sur la dynamique des populations

2.2.1. Facteurs climatiques.

Parmi les facteurs abiotiques, les variations saisonnières de température sont certainement les plus importantes. Elles agissent à la fois indirectement sur la plante-hôte et directement sur la reproduction et le développement de l'insecte et conditionnent ainsi les possibilités d'extension géographique de l'espèce.

Les caractéristiques biologiques de cette tordeuse n'ont fait jusqu'à présent que l'objet d'observations succinctes (Jancke, 1960 ; Thygesen, 1965 ; Zangheri et Cavalloro, 1971).

Dans des conditions de température voisines de 20 °C, les adultes de *E. acerbella* s'accouplent généralement dans la nuit suivant leur émergence ; les femelles commencent à pondre 24 h après, les premières ooplaques contenant de quatre-vingt à cent vingt œufs, les suivantes étant de plus petite taille.

La ponte dure au maximum 8 jours et est en moyenne de trois cent quarante œufs (échantillon de cinquante et une femelles développées sur œillet, coefficient de variation 35,88 p. 100) réparti en 7,2 ooplaques (C.V. : 37,11 p. 100) mais les adultes des deux sexes peuvent survivre deux à trois semaines à cette même température.

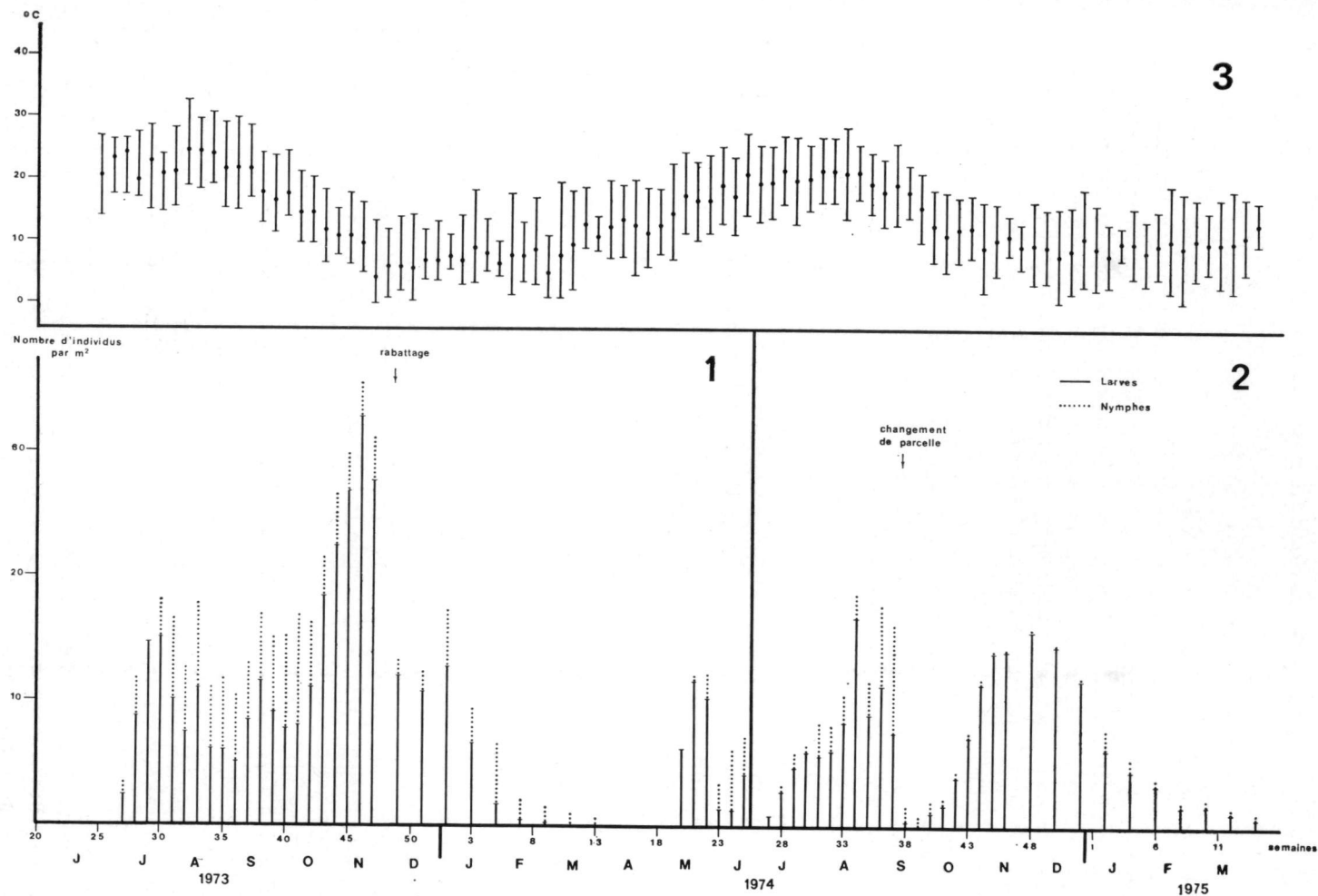


FIG. 2. — Evolution quantitative des populations, évaluée par m^2 .

1. Culture plantée en mai 1973 et arrachée en juillet 1974.

2. Culture plantée en mai 1974 et arrachée en juillet 1975.

3. Moyenne hebdomadaire des températures minimales et maximales.

Ces conditions représentent à peu près celles de la reproduction des adultes en fin de printemps et durant l'été et l'automne, mais il nous a paru intéressant d'observer la reproduction des premiers adultes issus de larves hivernantes en février-mars. En effet, en serre froide, à cette époque de l'année, la température crépusculaire peu élevée peut empêcher ou du moins, retarder les accouplements ; par ailleurs, les sorties imaginales étant en nombre limité, il peut ne pas y avoir coïncidence immédiate entre l'émergence des mâles et des femelles. Les femelles accouplées tardivement sont-elles encore fertiles ou bien le potentiel reproductif de ces adultes sortis précocement est-il presque nul ?

Pour le savoir, nous avons procédé à des observations sur des adultes éclos en serre froide et maintenus dans le même milieu :

— Sur vingt-cinq femelles mises en élevage 20 jours après leur émergence, soit le 25/2 (12 ♀), le 3/3 (3 ♀) et le 11/3 (10 ♀) avec des mâles âgés de 11 à 7 jours, deux seulement ont pondu des œufs fertiles (respectivement 138 et 80).

— Sur sept femelles mises en élevage, 10 jours après leur émergence, soit le 12/3 (4 ♀) et le 21/3 (3 ♀) avec des mâles âgés d'un jour, deux ont pondu des œufs fertiles (respectivement 200 et 278).

— Sur onze femelles mises en élevage le jour de leur émergence, soit le 11/2 (10 ♀) et le 24/2 (1 ♀) avec des mâles du même âge, six ont pondu des œufs fertiles (respectivement 316, 652, 141, 356, 321, 237).

On peut donc en conclure qu'*E. acerbella* peut se reproduire dans des conditions climatiques froides et ceci, même si la coïncidence des sorties imaginales des deux sexes n'est pas parfaite. Le problème se pose différemment en ce qui concerne le

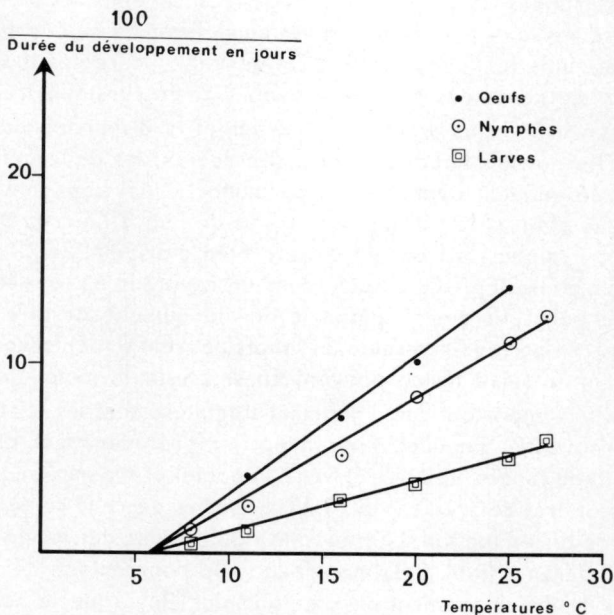


FIG. 3. — Vitesse de développement des différents stades immatures à plusieurs températures constantes.

devenir des œufs ainsi déposés. Le seuil thermique de développement étant relativement bas (6°C) (fig. 3), le développement embryonnaire peut se dérouler normalement mais par contre l'éclosion est assez aléatoire au-dessous de 10°C par suite des difficultés éprouvées par la larve nouvelle née pour se libérer de l'œuf.

Les larves présentent, pour leur part, une bonne résistance au froid : à la température de 7°C on a observé un développement extrêmement lent et une survie moyenne de 326 jours.

Un essai effectué à $1,5^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) a permis de constater qu'une partie des larves en cours de développement (30 p. 100) résistaient deux à trois semaines à cette température. Aux environs de 0°C ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) certaines larves, protégées à l'intérieur du végétal, sont susceptibles de survivre une dizaine de jours. Par contre, des températures inférieures à 0°C sont mortelles en quelques heures. Dans notre région, ce facteur climatique joue certainement un rôle limitant en réduisant les populations de plein air mais ne les élimine jamais totalement.

2.22. Facteurs liés à la plante-hôte.

Ce sont eux qui sont susceptibles de provoquer les plus grandes variations de population sous nos climats. Ainsi que nous l'avons vu plus haut, *E. acerbella* est très polyphage mais son potentiel biotique et ses possibilités de résistance au milieu ne dépendent-ils pas en partie de la plante-hôte sur laquelle elle se développe ? Il nous a donc paru intéressant de savoir dans quelles limites la plante-hôte principale, l'œillet était un facteur limitant de la dynamique des populations, soit par sa morphologie au cours des premiers stades végétatifs, offrant peu de possibilités de développement aux jeunes larves, soit par son mode de culture imposant des distances de plantation assez grandes (15 cm entre les rangs et 20 cm entre les pieds sur le rang), ce qui ne favorise pas la dispersion des larves nouvelles-nées autour du point d'émergence, du moins dans les jeunes plants. De ce fait, une compétition s'instaure et entraîne la mort de nombreuses larves n'ayant pas pu s'installer sur le végétal.

Nous avons vérifié cette hypothèse en étudiant la dispersion dans une culture plantée suivant les normes habituelles de notre région, les œillets étant à un stade phénologique suffisamment avancé pour permettre le développement de plusieurs larves sur chaque plant et le passage des larves de l'un à l'autre. On constate que 31,57 p. 100 des nymphes se trouvent dans le pied d'origine, 34,21 p. 100 dans les pieds avoisinants et 34,20 p. 100 au-delà dans un rayon de 50 cm ; la dispersion est donc très faible particulièrement quand le développement larvaire est rapide (en période estivale), en période hivernale les larves peuvent se déplacer beaucoup plus, le développement en serre froide pouvant durer plusieurs mois.

Ceci est un fait important car il restreint singulièrement les possibilités de multiplication d'*E. acerbella*. En effet, nous avons vu précédemment que la fécondité des femelles de cette espèce était très élevée ; la ponte est répartie en plusieurs ooplaques de dimension très différente (tabl. 3 A). Chacune de celle-ci est à l'origine d'un nouveau foyer de dissémination. L'observation du devenir des larves issues d'ooplaques de taille différente (tabl. 3 B) montre que le pourcentage de larves qui parviennent en fin de développement est d'autant plus élevé que le nombre initial de larves nouvelles-nées (ou d'œufs par ooplaque) est plus faible ; paradoxalement du fait de leur dispersion limitée à partir du point d'émergence les ooplaques de grande

TABLEAU 3 A

Pourcentage d'ooplaques de différentes tailles enregistrées sur la ponte de vingt femelles élevées sur œillet

Nombre d'œufs par ooplaques (classes de 10)	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	100-111	111
Répartition en p. 100 des oopla- ques	4,19	25,17	21,67	16,78	7,69	6,29	5,59	2,09	3,49	3,49	1,39	1,01

TABLEAU 3 B

Développement larvaire d'*E. acerbella* sur œillet à partir d'ooplaques de tailles différentes

Nombre de larves néonates dans les essais par classe	11-30	31-50	51-70	71-90	91-110	111-130	131-150	150
Nombre d'essais	4	10	14	14	9	1	5	4
Nombre moyen de larves néonates par classe.....	21,75	44,70	62,78	82,14	98,88	115	138,40	188,25
Nombre moyen de nymphes obtenues par classe	13,00	18,30	27,21	28,00	29,66	35,00	38,60	35,00
P. 100 de nymphes obtenues par rapport aux larves néonates....	59,77	40,93	43,34	34,08	30,00	30,43	27,89	18,59
Ecart-type des pourcentages.....	4,85	12,65	15,09	11,09	11,01	—	7,60	

dimension n'ont guère plus de descendants que les ooplaques de petite dimension ; une partie des possibilités d'extension de l'espèce est ainsi perdue.

2.23. Rôle des ennemis naturels sur la dynamique des populations.

Dans les régions d'où elle est originaire, *E. acerbella* possède relativement peu d'ennemis naturels recensés. Jancke (1960) a signalé en Union Sud-Africaine un parasite d'œufs (*Trichogramma* sp.), trois parasites de larves et deux parasites de pupes non identifiée ; Myburg et Basson (1961) indiquent également la présence de deux espèces d'hyménoptères parasites d'œufs, de larves ou de pupes ainsi qu'un diptère parasite de pupes.

Au cours des différents prélèvements effectués sur œillet dans notre région, nous avons recensé deux Tachinidae : *Actia pilipennis* Fallen et *Nemorilla maculosa* Heigen ainsi que deux Hyménoptères : *Apanteles xanthostigmus* Hal. (*Braconidae*) et *Colproclypeus florus* Walker (*Eulophidae*) ; ces derniers étant plus fréquents sur d'autres plantes-hôtes telles que les fraisiers.

Le taux de parasitisme observé était généralement inférieur à 5 p. 100 en ce qui concerne les Tachinaires (parasites les plus fréquents) et ne dépassait que très

rarement 10 p. 100 même dans des parcelles non traitées ou dans des cultures abandonnées. Mais les prélèvements ayant été effectués pour la plupart en culture sous abri ne reflètent peut être qu'imparfaitement le milieu naturel. Un fait est certain la faune parasitaire de *C. pronubana* s'est reportée sur *E. acerbella* et le rôle joué par ces auxiliaires dans la réduction des populations n'est encore qu'imparfaitement connu.

2.3. — Cycle évolutif annuel

La détermination de la durée des générations successives au cours des différentes saisons a été effectuée pour la première fois en 1973 sur œillet en serre. En 1975, on a procédé à l'observation en plusieurs points, du développement de larves élevées sur milieu artificiel et placées soit dans des abris en plein air (St Laurent d'Eze, 1975 ; St Laurent du Var, 1975-1976 ; Antibes, 1976) soit en serre (Biot, 1975) (fig. 4). Quatre générations se suivent au cours de l'année et la quatrième hiverne à l'état de larve.

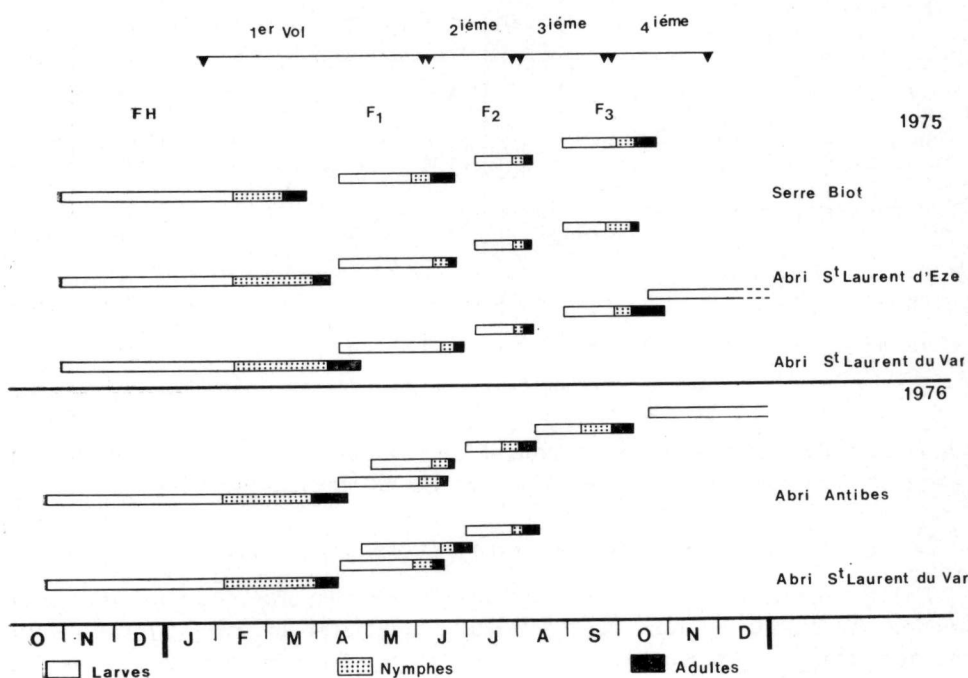


FIG. 4. — Développement des différentes générations d'*E. acerbella* sous abri et dans les serres (étude faite par élevage individuel sur milieu artificiel).

FH = génération hivernante.

F1, F2, F3 = 1^{re}, 2^e et 3^e générations annuelles.

Ceci est le cas général mais dans certaines conditions de milieu (serres chauffées ou bien exposées), les adultes de la quatrième génération commencent à sortir en décembre, ce qui s'est produit effectivement dans notre élevage sous serre en 1973.

Les renseignements fournis sur le cycle évolutif par le développement larvaire ont été corroborés par l'étude des captures d'adultes mâles effectuées au piège sexuel au cours de ces trois années qui sont représentées figure 5 ; sur celle-ci, quatre périodes de vol d'adultes sont matérialisées pour chaque année d'observation par quatre droites représentant les pourcentages cumulés des captures de cette période sur une échelle probit. On notera qu'au cours du premier vol, un palier marque une diminution des captures entre les sorties d'adultes de la génération hivernante (quatrième génération de l'année précédente) provenant respectivement des serres (en mars-avril) et du plein air (en mai). Les trois premières générations de l'année se terminent respectivement en juin-juillet, août et septembre-octobre.

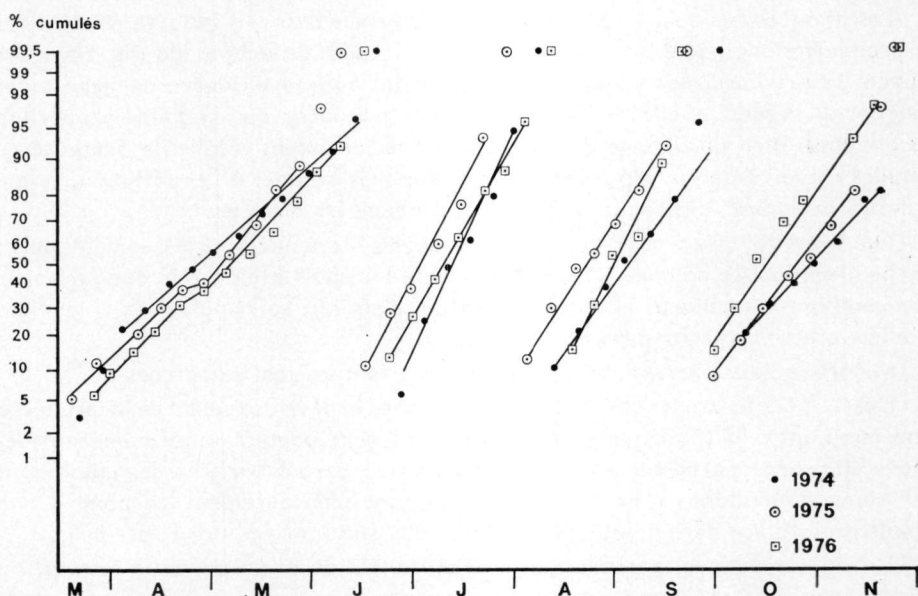


FIG. 5. — Mise en évidence des quatre vols successifs annuels d'*E. acerbella* au cours de trois années consécutives de piégeage sexuel.

3. — Dégâts et méthode de lutte

3.1. — Estimation et caractéristiques des dégâts

Au cours de nos deux années d'observations hebdomadaires sur le développement des populations sur œillet américain en serre (fig. 1), nous avons comparé une banquette traitée et une banquette non traitée. Cette étude nous a permis d'évaluer les dégâts d'une manière relativement précise dans le cas où il n'y a pas de lutte chimique contre la tordeuse et de les comparer à ceux que l'on trouve dans une serre traitée régulièrement avec des insecticides organophosphorés (Parathion-méthyl, Trichlorfon et des Carbamates (Méthomyl) et ceci en toute saison. Ce dernier terme a son importance si l'on considère les deux types de dommages provoqués par *E. acerbella*. Les

plus fréquents sont ceux qui sont causés par la présence de chenilles dans les bourgeons végétatifs en juin-juillet-août, ils correspondent à la période de multiplication intensive du ravageur qui est également celle du développement des jeunes cultures de serre et de plein air plantées en Mai ; la larve à l'éclosion pénètre dans les pousses tendres, perfore les jeunes feuilles, les rassemble par des fils et provoque par la suite le dessèchement complet du bourgeon, ce qui équivaut à un pincement supplémentaire qui retarde soit le départ de la végétation du jeune plant, soit la mise à fleur du début d'automne. Dans les parcelles témoins en 1973-1974, le nombre de pousses attaquées est considérable 3 à 4 mois après la plantation et la végétation est freinée au point qu'en 1974, le témoin a dû être remplacé au cours du mois de septembre (fig. 6).

Les attaques sur boutons et sur fleurs à l'intérieur desquels la larve pénètre dès les premiers stades, sont en général limitées à la période automnale (fig. 6) ; elles peuvent se produire plus précocement mais n'ont aucune incidence en dehors des périodes de récolte, et elles ne représentent de toute façon qu'une faible proportion des attaques. Bien qu'elles ne diminuent pas directement la récolte, la présence de chenilles est la cause du refoulement de lots d'œillets destinés à l'exportation, ce qui porte un préjudice économique grave aux producteurs d'œillets.

On constate qu'en cours d'hiver, les dégâts deviennent pratiquement nuls ; les chenilles dont le nombre est sensiblement réduit, par la mortalité due en partie aux conditions climatiques particulièrement en plein air, se réfugient dans les tiges qu'elles creusent profondément.

Malgré le dessèchement de celles-ci, elles passent souvent inaperçues.

Dès le mois de mai les attaques reprennent avec le développement de la première génération annuelle (fig. 6, printemps 1974). C'est cette population printanière développée en grande partie sur les cultures d'un an qui sera à l'origine des infestations des jeunes plantations ; ainsi que nous le verrons ultérieurement, ce point a une grande importance dans l'élaboration d'une lutte raisonnée contre *E. acerbella*.

Si l'on compare les parcelles témoins et traitées au cours de ces 2 années, on constate que malgré l'application de traitements chimiques un certain niveau de population persiste dans les parcelles traitées. De surcroît, la réinfestation pendant la période d'activité de l'espèce est très rapide puisqu'un arrêt des traitements en octobre 1973 a suffi à provoquer une recrudescence importante des attaques (fig. 6).

3.2. — Méthode de lutte

L'étude précédente fait ressortir la difficulté inhérente à la recherche d'une méthode de lutte contre *E. acerbella* du fait de sa polyphagie, de son polyvoltinisme et de son pouvoir de reproduction élevé qui sont encore favorisés par les méthodes culturales de l'œillet dans notre région (cycle végétatif débutant au mois de mai quand les cultures de l'année précédente sont encore en place).

En Italie, une méthode de radiodésinfection a été mise au point pour protéger les œillets destinés à l'exportation, de toute contamination dangereuse pour les pays importateurs (Bestagno et al., 1973).

Pour notre part, dans un premier temps et corrélativement aux observations menées dans les différentes cultures, nous avons procédé à la sélection des insec-

Nombre de pousses attaquées
par m²

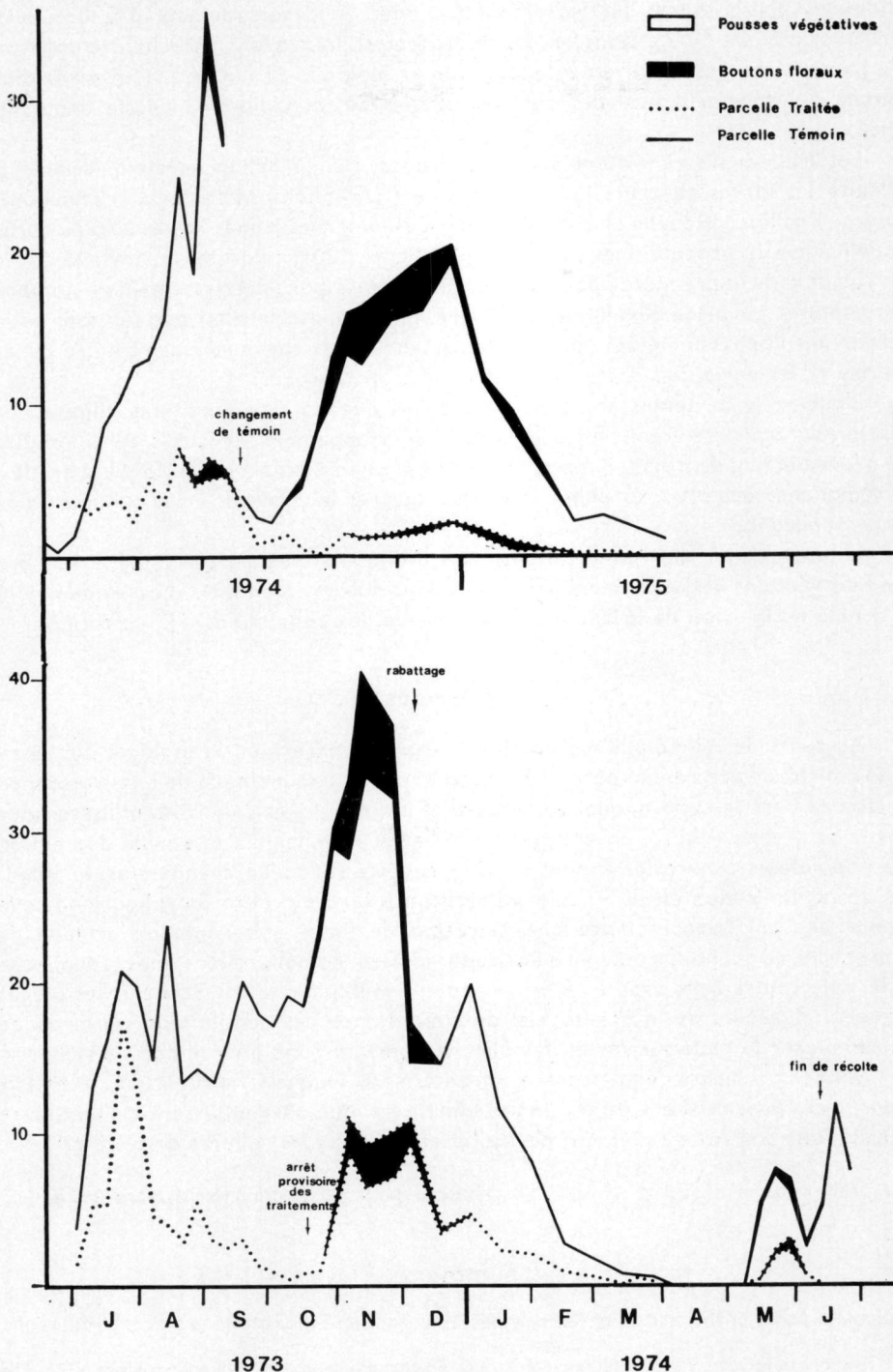


FIG. 6. — Etude quantitative comparée des dégâts sur parcelle témoin et parcelle traitée au cours de deux années de culture.

ticides les plus efficaces sur les différents stades de développement d'*E. acerbella* (Pralavorio et al., 1977). Dans un deuxième temps, nous avons cherché à établir un programme de traitement en relation avec la biologie de l'insecte, tout en tenant compte du chevauchement des différents stades de la population dès le début de l'été.

Les traitements réunissent deux insecticides, l'un à action curative, destiné à détruire les larves en cours de développement (Acephate, Méthomyl, Trichlorfon), l'autre, à action résiduelle et ovicide destiné à éliminer les jeunes larves écloses après l'application du produit et les embryons (Carbaryl, 120 g ; Parathion éthyl, 25 cc).

La date de la première application est déterminée par l'accroissement du nombre des captures au piège sexuel en fin d'hiver, mais ce critère n'est pas suffisant pour déterminer l'opportunité des interventions suivantes, les chevauchements entre générations et les variations entre biotopes étant trop marqués.

L'intervalle de temps entre les traitements dépend des conditions climatiques des saisons qui accélèrent plus ou moins le développement larvaire ; cet intervalle est généralement de trois semaines au printemps et en automne et de 15 jours en été ; la rémanence des produits utilisés permet d'assurer la protection des cultures entre deux applications.

Le programme de traitement ainsi conçu diminue environ de moitié le nombre des interventions habituellement pratiquées dans notre région mais il est évidemment révisable en fonction de la diminution éventuelle des populations d'*E. acerbella*.

Conclusions

Au cours de cette étude, de nombreux aspects concernant la biologie d'*E. acerbella* ont été éclaircis et ont permis de mettre au point une méthode de lutte raisonnée en accord avec le cycle annuel de l'espèce et les techniques culturales utilisées pour l'œillet ; sur cette culture, on enregistre d'ailleurs actuellement une nette diminution des populations et corrélativement des dégâts de ce ravageur. Néanmoins, le potentiel de multiplication élevé, la relative résistance au froid et la polyphagie de cette espèce peuvent faire craindre une extension de l'aire géographique actuelle de *E. acerbella*, ce qui nous a amenés à envisager plusieurs améliorations dans le dépistage et la lutte contre cette espèce. Afin de pouvoir multiplier le cas échéant, les pièges sexuels indicateurs de la présence et de l'importance des populations, on envisage de remplacer le matériel vivant (femelles vierges) par une phéromone de synthèse.

Enfin, on cherche également à introduire les ennemis naturels d'*E. acerbella* à partir des pays dont elle est originaire afin de les multiplier pour servir d'auxiliaire dans la lutte contre ce ravageur, particulièrement dans les cultures de plein air.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Summary

Ecological bases of the control of the new pest of carnation Epichoristodes acerbella Walk.

The tortrix *E. acerbella* caused heavy damages on carnations in Alpes-Maritimes since 1972. The evolution of populations in a plot of carnations in glasshouses, was studied from 1973 to 1975 on two annual cultivation cycles.

Otherwise, a method of rearing on artificial medium allowed to place about ten sexual traps in known area ; these have given further indications upon the number of flights and the abundance of population. A method of control based on these indications could be established and experimented in the Alpes-Maritimes.

Références bibliographiques

- AGUILAR J. d', DEPORTES L., 1974. *Epichoristodes acerbella* Walker en France (Lep. Tortricidae). *Bull. Soc. Entomol. Fr.* **79**, 6-9.
- BESTAGNO G., PIANA S., ROBERTI L., ROTA P., 1973. Radiazioni ionizzanti contro le tortricidi del garofano. *Notiz. Mal. Piante*, **88** (15), 3-29.
- CAVALLO R., PIANA A., 1972. Prove di radiosensibilità alle radiazioni ionizzanti dei Tortricidi del garofano con particolare riguardo ad *Epichoristodes acerbella* (Walker). *Redia*, **53** (3), 281-302.
- FJELDDALEN J., 1965. Angrep av sydafrikansk nellikvikler i Norge. *Gartneryrket, Oslo*, **55** (13), 340-342.
- JANCKE G. D., 1960. Die Nelkenmotte *Epichorista ionophela* Meyr. ein neuer schädling an Birnen. *Anz. Schädling.* **33** (4), 54-55.
- MAYER K., 1967. Der Südafrikanische Nelkenwickler, *Epichoristodes acerbella* (Walk.) Diakonoff. *Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutz.*, **19** (1), 8-9.
- MURTAS I. D. (de), GENTILI P. A., 1975-76. La radiodisinfestazione del garofano da Tortricidi dannosi I. Possibilità di allevamento permanente in laboratorio di *Epichoristodes acerbella* Walk. *Boll. Zool. Agric. Bachic. Ser. II*, **13**, 23-36.
- MYBURGH A. G., BASSON S. G., 1961. *Tortrix capensana* (Wlk.) and *Epichorista ionophela* (Meyr.) as pests new to apples and pears (Lepidopt. : Tortricidae). *Entomol. Soc. S. Afr.*, **24** (2), 348-349.
- PRALAVORIO M., DEPORTES L., LARROQUE M. M., POUPET R., 1977. Mise au point d'une méthode de lutte contre un nouveau ravageur de l'œillet dans le bassin méditerranéen *Epichoristodes acerbella* Walk. (Lepidoptera, Tortricidae). *Acta Horticulturae*, **71**, 83, 89.
- PRALAVORIO R., ARAMBOURG Y., GUENNELON G., 1973. Essai de mise au point d'un élevage permanent d'*Acrolepia assectella* Zeller (Lepidoptera, Hyponomeutidae) sur milieu artificiel. *Ann. Zool. Ecol. Anim.*, **5** (4), 569-580.
- SOLA E., 1974. La tordeuse sud-africaine, nouvel ennemi pour les producteurs d'œillets de la Côte d'Azur. *Phytoma*, **261**, 21-23.
- TARGE A., DEPORTES L., 1961. La tordeuse de l'œillet. *Phytoma*, **128**, 13-17 **129**, 17-22.
- THYGESEN Th., 1965. Observations sur *Epichorista ionophela* Meyr., une tordeuse sud-africaine de l'œillet (en danois). *Tidssk. Planteavl. Copenhagen*, **69**, 293-298.
- ZANGHERI S., CAVALLO R., 1971. Sulla presenza in Italia di *Epichoristodes* (Tubula) *acerbella* (Walker). *Boll. Soc. Entomol. Ital.*, **103** (9), 186-190.

Substances antiappétantes d'origine naturelle

J.-P. VIGNERON

Laboratoire de Chimie Organique des Hormones
Collège de France, 11, place Marcelin-Berthelot
75231 Paris Cedex 05

Résumé

La possibilité d'utiliser les substances antiappétantes contenues dans les plantes, en lutte biologique contre les insectes nuisibles a suscité ces dernières années de nombreux travaux.

Cette mise au point est un inventaire des substances antiappétantes, d'origine naturelle, dont la structure chimique a été établie.

Les facteurs nutritionnels jouent un rôle fondamental dans les relations plantes-insectes. En particulier le choix par un insecte, d'une plante comme aliment dépendrait, entre autres, des quantités relatives d'agents stimulant ou inhibant l'absorption de nourriture présents dans cette plante (Thorsteinson, 1960 ; Hsiao, 1969).

Beaucoup de travaux ont été consacrés aux agents qui stimulent l'alimentation mais on connaît beaucoup moins ceux qui l'inhibent. En 1974 Chapman a fait le point sur la question en rassemblant dans une revue la plupart des données connues à cette date et des informations plus récentes se trouvent dans les articles de Munakata (1977a et b) et de Meinwald et coll. (1978). Le présent article est un inventaire des substances antiappétantes, d'origine naturelle, dont la structure chimique a été établie de façon certaine.

Pour définir le terme « antiappétant » Munakata (1975) considère quatre étapes dans le comportement d'un insecte vis-à-vis de sa prise de nourriture :

- 1) Reconnaissance et localisation de la plante-hôte.
- 2) Début de l'alimentation.
- 3) Poursuite de l'alimentation.
- 4) Fin de l'alimentation.

L'antiappétant concerne les étapes 2 et 3). L'auteur japonais le définit comme un substance qui inhibe l'alimentation mais qui ne tue ni ne repousse l'insecte ; celui-ci reste près de la nourriture et finit par mourir de faim. Butterworth et Morgan (1971) décrivent l'action antiappétante, contre le criquet, de l'extrait d'une variété de margousier de la façon suivante : « les insectes n'étaient repoussés par aucun des papiers-tests imprégnés d'extrait de margousier mais ils grouillaient autour et examinaient le papier avec leurs palpes et leurs mandibules jusqu'à en modifier parfois la texture ».

La revue de Chapman (1974) contient aussi de nombreuses données concernant le mécanisme d'action des antiappétants. Ils peuvent agir de deux façons : soit en bloquant les sites récepteurs des phagostimulants, soit en excitant des cellules spécifiques (Ma, 1972).

Des antiappétants de synthèse (triazènes, composés organostanniques, carbamates), ont été employés, depuis un bon nombre d'années en agriculture (Dale, 1973) mais ils présentent la plupart des inconvénients des insecticides classiques. Par contre l'étude des plantes qui ne sont pas attaquées par les insectes, ou qui ne le sont que par certains, a déjà permis d'isoler un grand nombre de substances antiappétantes naturelles. Jusqu'à maintenant aucune n'a été utilisée de façon pratique mais la poursuite de ces recherches et l'établissement de corrélations entre structure moléculaire et activité devraient permettre la mise au point de nouveaux antiappétants spécifiques qui auraient leur place dans l'arsenal des méthodes de lutte contre les insectes nuisibles.

Pour les isoler et les identifier Munakata (1975) propose la méthodologie suivante:

- 1) Développement d'une méthode permettant d'élever la larve de l'insecte testé pendant toute l'année.
- 2) Recherche d'une plante qui ne soit pas mangée par l'insecte considéré.
- 3) Préparation d'un test permettant de suivre l'extraction des constituants de la plante.
- 4) Extraction préliminaire par plusieurs solvants, suivie à l'aide du test, d'une petite quantité de feuilles (10 g environ).
- 5) Cueillette d'une quantité plus importante de feuilles présentant une activité antiappétante (jusqu'à 10 kg).
- 6) Isolation de la substance antiappétante.
- 7) Identification du composé actif. Si nécessaire synthèse de ce composé et d'analogues.
- 8) Expérimentation au champ.

Le nombre de substances antiappétantes décrites dans la littérature s'accroît sans cesse. Dans cette revue nous les avons classées suivant leur nature chimique :

- Alcaloïdes.
- Monoterpènes.
- Sesquiterpènes.
- Diterpènes.
- Triterpènes.
- Furocoumarines et furoquinolines.
- Lignanes et dérivés.
- Quinones.
- Divers.

Il faut noter que dans certains travaux, notamment dans ceux qui sont antérieurs à 1970, la distinction entre antiappétants, répulsifs et inhibiteurs de croissance n'est pas toujours bien claire et certains résultats mériteraient d'être confirmés. Rappelons encore qu'un antiappétant agit par contact ; les insectes peuvent donc approcher leur cible mais ne s'en nourrissent pas. Au contraire le répulsif agit à distance et empêche toute approche de l'insecte (Nakanishi, 1975).

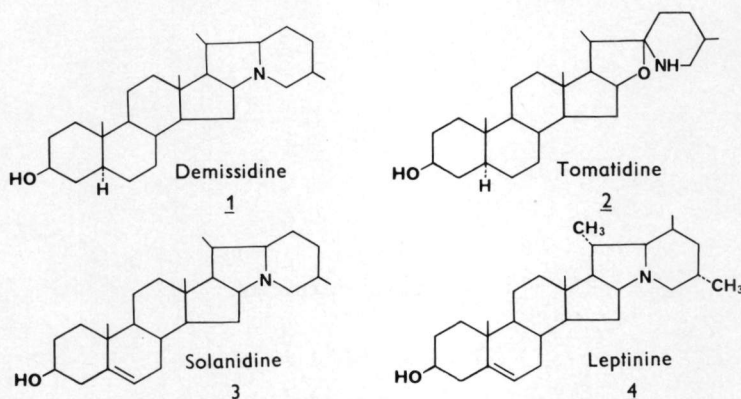
I. — Alcaloïdes

Les antiappétants alcaloïdiques ont été les plus étudiés, en particulier l'action, sur la larve du Doryphore *Leptinotarsa decemlineata* Say, de certains glycosides alcaloïdiques, extraits des solanacées, a fait l'objet d'un grand nombre de publications (Kuhn et Gauhe, 1974 ; Kuhn *et al.*, 1950 ; Kuhn et Löw, 1955 ; Buhr *et al.*, 1958 ; Sturckow et Löw, 1961 ; Hsiao et Fraenkel, 1968a, b).

La solanine, la chaconine, les leptines I et III, les leptinines I et II, la démissine et la tomatine sont des glycosides antiappétants dont les parties aglycones sont représentées sur le tableau I. Il est intéressant de noter que les coléoptères résistant au D. D. T. sont moins sensibles à ces produits que les autres.

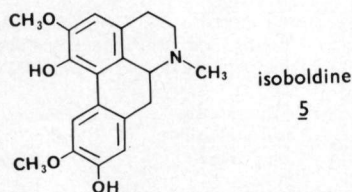
TABLEAU 1

Parties aglycones de certains glycosides antiappétants



D'autre part Ma (1972) a montré que la solanine, la tomatine, ou des sels de quinine pouvaient inhiber totalement l'alimentation des larves de la Piéride du chou *Pieris brassicae* L. à des concentrations très basses. Les effets d'un grand nombre d'alcaloïdes sur l'alimentation de la sauterelle *Melanoplus bivittatus* Say et sur celle des larves de *Empoasca fabae* Harris ont été étudiés respectivement par Harley et Thors-teinson (1967) et par Dahlman et Hibbs (1967). La caféine, la strychnine et la nicotine empêchent la prise de boisson chez *Dysdercus* spp. (Schoonhoven et Derksen-Kopper, 1973) tandis que l'absorption de sucrose par *Schistocerca gregaria* F. est fortement diminuée sous l'effet de la gramine et de la vératrine (Gill, 1972).

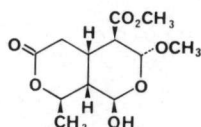
L'isoboldine (5), extraite de *Cocculus trilobus* DC (Ménispermacées), présente une activité antiappétante de 100 p. 100, à une concentration de 200 ppm, pour *Abraxas miranda* Butler et *Spodoptera litura* F. alors qu'elle n'est pas active du tout contre *Oraesia excavata* Butler (Wada et Munakata, 1968a ; Munakata, 1975).



L'isoboldine a aussi été isolée de *Nantina domestica* Thunb. (Chikamatsu *et al.*, 1961 ; Tomita et Fujie, 1962), de l'écorce de *Symplocos celastrinea* M. (Sympholacées) (Tschesche *et al.*, 1964) et des feuilles de *Beilschmieda elliptica* C. T. White (Clezy *et al.*, 1966).

II. — Monoterpènes

Récemment Kubo et ses collaborateurs (1976a) ont isolé le principe amer des fruits de *Xylocarpus molluscensis* M. Roem. (Méliacées), arbre très employé dans la médecine traditionnelle est-africaine. Il s'agit de la xylomolline (6) ; cette substance, dérivée de la sécologanine, est un antiappétant contre les chenilles de *Spodoptera exempta* Walker et elle inhibe aussi fortement les fonctions respiratoires des mitochondries du foie de rat. Les résultats détaillés des tests biologiques n'ont pas encore été publiés.



xylomolline

6

III. — Sesquiterpènes

1. — Shiromodiol et dérivés

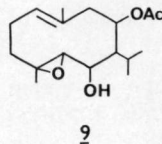
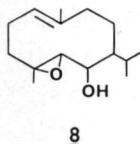
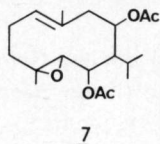
Le comportement de *Spodoptera littoralis* Bois. vis-à-vis de dix-sept plantes a été examiné par Wada et ses collaborateurs (1970a). Sur ces dix-sept plantes appartenant à douze familles, trois ont été refusées par l'insecte, trois légèrement mangées et onze acceptées. La présence d'antiappétants a été recherchée dans les extraits benzéniques des six plantes vis-à-vis desquelles *S. littoralis* présente une réaction de refus plus ou moins prononcée (tableau II).

TABLEAU 2

Comportement de *Spodoptera littoralis* vis-à-vis des six plantes dans lesquelles la présence d'antiappétants a été recherchée

	Famille	Espèce
Plantes refusées	Lauracées	<i>Parabenzoin trilobum</i> Nakai
	Hamamélidacées	<i>Disanthus cercidifolia</i> Maxim
	Dioscoreacées	<i>Dioscorea batatas</i> Decaisne
Plantes légèrement mangées	Légumineuses	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.
	Légumineuses	<i>Desmodium racemosum</i> D.C.
	Composées	<i>Xanthium strumarium</i> L.

Seul l'extrait benzénique de *P. trilobum* Nakai montre une activité antiappétante à une concentration de 5 p. 100. De cet extrait trois produits ont été isolés et caractérisés : le diacétate du shiromodiol (7), le shiromool (8) et le monoacétate du shiromodiol (9) (Wada *et al.*, 1968b et c ; 1970a et b).



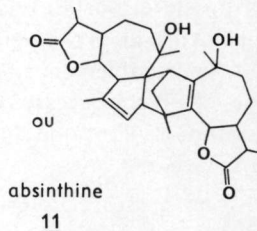
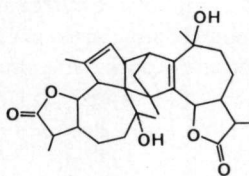
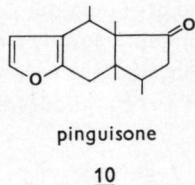
Les activités antiappétantes de ces produits ont été testées à l'égard de *Spodoptera littoralis* et de *Trimeresia miranda* Butler. *Spodoptera littoralis* réagit de la même façon à l'égard des trois produits, l'activité antiappétante étant de 90 à 100 p. 100 à des concentrations variant entre 0,25 et 0,5 p. 100.

Trimeresia miranda réagit différemment aux produits 7 et 9 : l'activité antiappétante de 7 est de 100 p. 100 à une concentration de 0,25 p. 100 mais celle de 9 est inférieure à 70 p. 100 dans les mêmes conditions.

Cette étude montre aussi que des plantes non acceptées par un insecte ne contiennent pas nécessairement des antiappétants. Cela peut s'expliquer par l'absence d'attractifs ou de stimulants, par des caractéristiques physiques défavorables ou par une décomposition de l'antiappétant au cours de l'isolement.

2. — Pinguione et absinthine

Le pinguione (10) dérivé sesquiterpénique isolé de l'hépatique *Aneura pinguis* L. (Benesova *et al.*, 1969) et l'absinthine (11) isolée de l'absinthe *Artemisia absinthum* L. (composées) (Vokac *et al.*, 1968) manifestent des propriétés antiappétantes contre *S. littoralis* à des concentrations supérieures à 0,125 et 0,03 p. 100 (Wada et Munakata, 1971). L'activité antiappétante ne semble pas liée à l'amertume puisque seule l'absinthine est amère et que d'autres produits amers tels que la ténuline et la parthénine, par exemple, ne présentent aucun caractère antiappétant. L'efficacité de l'absinthine varie avec l'âge et les conditions d'élevage de l'insecte.

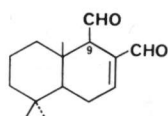


3. — Polygodial et dérivés

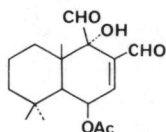
Le polygodial (12), aussi appelé tadéon (Ishiwatari et Kawaguchi, 1944), tadéonal (Ohsuka, 1962, 1963) et tadénal (Ishikawa, 1962) par différentes équipes, est un ses-

quiterpène possédant le squelette drimane. Il a été isolé du poivre d'eau, *Polygonum hydropiper* L. (Polygonacées) par Barnes et Loder en 1962 et les auteurs pensent qu'il doit aussi exister dans d'autres espèces de *Polygonum* (Renouées). Il a aussi été isolé de *Drimys lanceolata* Baill. (Winteracées) (Loder, 1962), de l'Hépatique *Porella vernucosa* (Asakawa et Aratani, 1976) et de l'écorce d'une plante est-africaine, *Warburgia stuhlmannii* Engl. (Canellacées) (Kubo et al., 1976b).

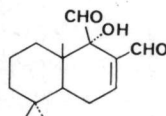
L'ugandensidial (13), le warburganal (14) et le muzigadial (15) ont été isolés d'une deuxième plante du genre *Warburgia*, *W. ugandensis* Sprague (Kubo et al., 1976b, 1977a). L'ugandensidial avait d'ailleurs déjà été isolé de cette plante par Brooks et Draffan (1969) et identifié au cinnamodial préalablement isolé de *Cinnamosma fragrans* Baillon (Canellacées) par Canonica et ses collaborateurs (1967) et le muzigadial est identique au canellal isolé par El-Feralty (1978) de *Canella winterana* L. (*C. alba*, Canellacées).



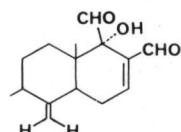
12



13



14



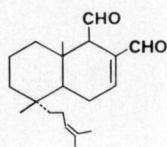
15

Bien que les résultats définitifs des essais biologiques ne soient pas encore publiés, on sait que les quatre composés (12), (13), (14), (15) présentent une très forte activité antiappétante contre les chenilles de *Spodoptera littoralis* et *Spodoptera exempta* (Kubo et al., 1976b). Celle du warburganal et celle du muzigadial sont sensiblement identiques et beaucoup plus fortes que celles du polygodial et de l'ugandensidial (Kubo et al., 1977a). Par exemple des feuilles de Maïs plongées pendant deux secondes dans des solutions acétoniques contenant 0,1 ppm de produit testé ne sont pas mangées du tout et les insectes meurent de faim. Par contre ce ne sont pas des antiappétants universels puisqu'ils sont inactifs contre *Manduca sexta* Joh. et *Schistocerca vaga* Scudd. L'activité antiappétante est supprimée quand on ajoute aux solutions testées des quantités équimoléculaires de cystéine. D'autre part l'épimérisation du polygodial en C-9 entraîne la disparition de l'activité, et six autres dérivés du polygodial aussi étudiés sont inactifs. Le groupe énal, électrophile, et la présence d'un second groupe aldéhyde en β , convenablement situé dans l'espace, sans doute pour établir une liaison hydrogène, semblent nécessaires pour qu'une activité antiappétante se manifeste. Le warburganal et le muzigadial sont en outre des fongicides, antilevures et régulateurs de croissance très puissants (Kubo et al., 1977a).

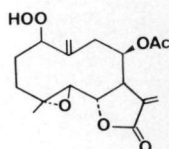
Il est aussi très intéressant de noter que les produits actifs de cette série ont un goût brûlant, qu'ils communiquent à la plante, alors que les composés inactifs ne l'ont pas. Signalons enfin l'isolation récente (Asakawa et al., 1977) d'un diterpène résultant de l'addition d'un groupe isoprène sur le polygodial. Ce produit, appelé sacculatal (16) est isolé d'une autre Hépatique, *Trichocoleopsis sacculata*, et possède aussi un goût brûlant. Sa structure et son goût laissent supposer qu'il pourrait posséder des propriétés antiappétantes.

4. — Peroxyferolide

Au cours d'une recherche systématique d'agents antiappétants contre les larves du Bombyx disparate *Lymantria (Porthetria) dispar* L., Dосkotch et ses collaborateurs (1976, 1977) ont récemment isolé des feuilles de Tulipier *Liriodendron tulipifera* L. (Magnolacées) une lactone sesquiterpénique active appelée peroxyferolide (17).



16



17

Les propriétés antiappétantes, modérées, de cet hydroperoxyde, ainsi que ses propriétés cytotoxiques, n'ont pas encore été publiées en détail.

IV. — Diterpènes

A. — Substances antiappétantes à cycle clérodane, extraites de plantes de la famille des Verbénacées

Un groupe de chercheurs japonais a isolé et caractérisé onze antiappétants diterpéniques de cinq espèces de Verbénacées.

1. *Clerodendron tricotomum* Thunberg.

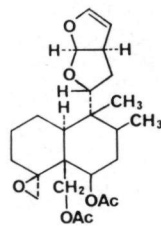
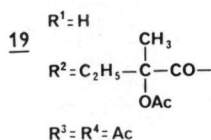
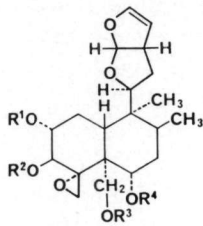
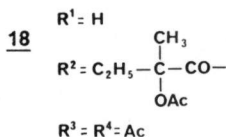
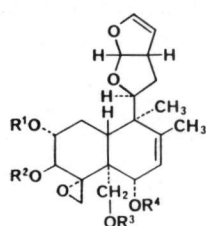
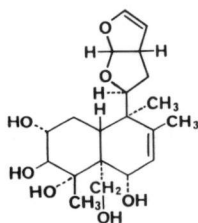
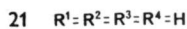
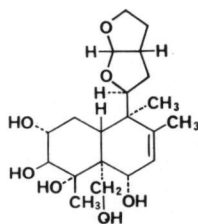
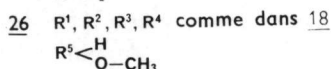
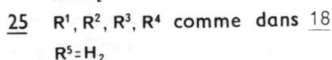
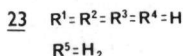
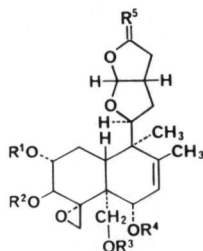
Les clérodendrines A et B (18) et (19), qui manifestent une forte activité antiappétante contre les larves de *Spodoptera litura* F. ont été isolées d'extraits benzéniques de feuilles séchées à l'air de *Clerodendron tricotomum* Thunberg (Kato et al., 1971, 1972, 1973a et b), la concentration des feuilles en clérodendrine A et B variant selon leur degré de maturité. Ces deux produits ont le même squelette que la clérodine 20 principe amer de l'arbre indien « bhat », *Clerodendron infortunatum* Guertn., dont la structure avait été simultanément établie par les équipes de Barton (1961a et b) et de Sim (Sim et al., 1961 ; Paul, 1962) et qui possède elle-même une forte activité antiappétante.

Les clérodendrines A et B présentent une activité antiappétante de 100 p. 100 à 300 ppm et 200 ppm respectivement alors que la clérodine manifeste la même activité à 50 ppm seulement.

La stéréochimie et le degré de substitution du cycle A peuvent, peut-être, expliquer cette différence. Le groupe encombrant en C-3 pourrait, en particulier, contribuer à abaisser l'activité. D'autre part celle-ci semble être très sensible à la structure du cycle D : alors que la dihydroclérodendrine A 25 ne présente 100 p. 100 d'activité

TABLEAU 3

Clérodendrines A et B et dérivés

202224

qu'à 500 ppm, au lieu de 300 ppm dans le cas de la clérodendrine A (18), le produit (26) résultant de l'addition d'une molécule de méthanol sur la double liaison énolique présente la même activité à 15 ppm.

Tous ces dérivés terpéniques à squelette clérodane possèdent un goût amer. Cependant il ne semble pas y avoir une relation entre le degré d'amertume et l'activité antiappétante : le dérivé le plus actif du tableau IV, extrait de l'article de Kato (1972), n'est pas le plus amer.

TABLEAU 4

Activité antiappétante et amertume des clérodendrines A et B de leurs dérivés

Composés	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)
Concentration *	300	200	80	1 000	> 1 000	—	> 1 000	500	15	> 1 000
Amertume **	++	++	+++	+	+		+	++	+	++

* Concentration, exprimée en ppm, pour laquelle l'activité antiappétante est de 100 p. 100.

** Le degré d'amertume est croissant suivant l'échelle +, ++ et +++.

Il est intéressant de noter que lorsque la concentration en antiappétant devient trop forte les insectes ne mordent plus les feuilles ; cela laisse penser que le mode d'action de ces produits ferait intervenir à la fois le goût et l'odorat (Munakata, 1975).

Alors que les propriétés antiappétantes des clérodendrines A et B sont manifestes à l'égard de *Spodoptera litura*, il n'en est pas du tout de même à l'égard d'autres insectes. Par exemple les larves de *Calospilos miranda* Butler ne réagissent pas au-dessus de 500 ppm et, pour observer une activité de 100 p. 100 contre les larves de la Pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hübner et contre celles de *Euproctis subflava* Bremer (Lépidoptère Lymantriidae), il faut atteindre des concentrations respectives de 5 000 et 1 000 ppm. Il semblerait donc que les clérodendrines A et B soient des antiappétants contre les larves d'insectes polyphages plutôt que monophages (Kato, 1972).

2. *Caryopteris divaricata* Maxim.

Une analyse chimique systématique de l'extrait éthéré des feuilles et tiges séchées de *Caryopteris divaricata* Maxim a permis d'isoler huit antiappétants diterpéniques, à squelette clérodane, actifs contre les larves de troisième stade de *Spodoptera litura* (Hosozawa et al., 1973, 1974a, b et c). Ces produits sont la clérodine (20) et la caryoptine (32), accompagnées de six de leurs dérivés, la dihydroclérodine (28) et l'hémiacétal de la clérodine (29) d'une part, la dihydrocaryoptine (33), l'hémiacétal de la caryoptine (34), le caryoptinol (37) et dihydrocaryoptinol (38) d'autre part.

Plusieurs autres dérivés ont été préparés et testés ; sur le tableau V ne figurent que les produits actifs. Sur le tableau VI sont portées les concentrations pour lesquelles on observe 100 p. 100 d'activité antiappétante.

L'activité antiappétante des dérivés de la clérodine est nettement plus grande que celle des dérivés de la caryoptine : il semble naturel d'attribuer cet effet au groupe 3 β acétoxy qui fait la différence entre les deux séries de produits. D'autre part les variations de structure du cycle D n'étant vraiment sensibles que dans le cas de la caryoptine il semblerait, selon les auteurs, que le caractère antiappétant soit influencé par les effets stériques ou stéréoélectroniques s'exerçant entre le groupe acétoxy en 3 β et le groupe fonctionnel du cycle D. Le degré de substitution du cycle A semble donc jouer un rôle important dans l'activité antiappétante de cette série de diterpènes (Hosozawa et al., 1974b).

TABLEAU 5

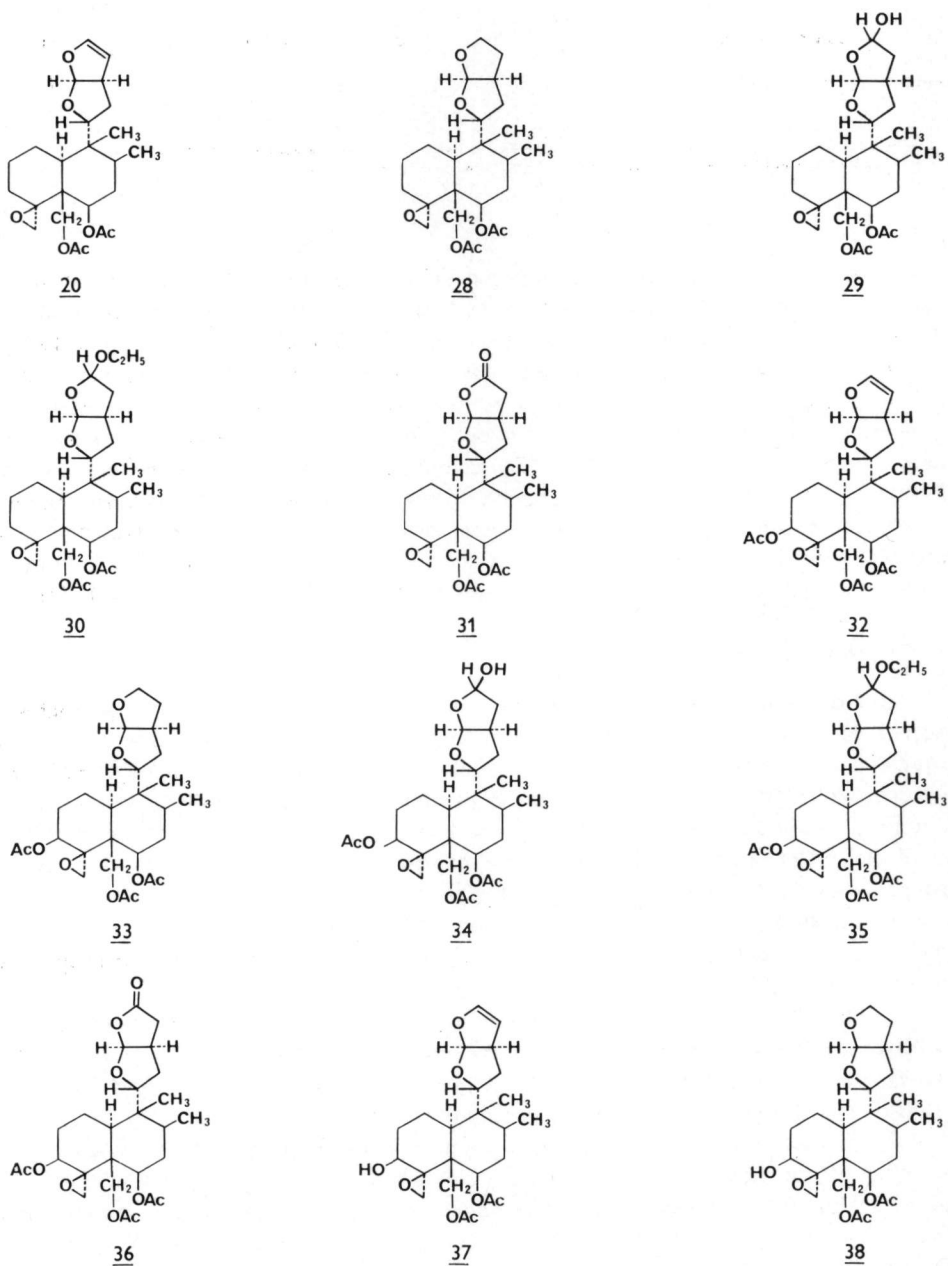
Antiappétants extraits de Caryopteris divaricata et leurs dérivés

TABLEAU 6

Activité antiappétante des produits extraits de *Caryopteris divaricata* et de quelques dérivés

Dérivés de la clérodine		Dérivés de la caryoptine	
Composés	Concentration (ppm)	Composés	Concentration (ppm)
20	50	32	200
28	50	33	80
29	50	34	200
30	200	35	— *
31	50	36	500
		37	200
		38	100

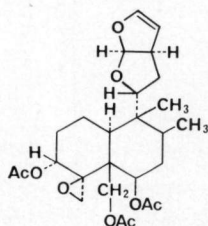
* 70-90 p. 100 d'activité à 1 000 ppm.

On peut aussi remarquer la différence d'activité importante entre les composés d'addition de l'éthanol (30) et (35) et les lactones correspondantes (31) et (36) ainsi que la plus grande activité des dérivés à cycle D saturé dans la série de la caryoptine.

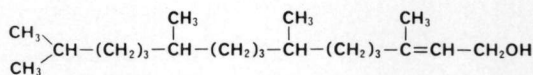
L'activité antiappétante des dérivés extraits de *Caryopteris divaricata* Maxim, à l'exception du caryoptinol et du dihydrocaryoptinol, a aussi été étudiée en fonction du temps. Ce sont des « antiappétants absolus » c'est-à-dire que l'activité antiappétante reste de 100 p. 100 à une concentration donnée, pendant une durée illimitée. A l'opposé, les auteurs proposent le terme d'« antiappétants relatifs » pour désigner les substances qui n'ont une action antiappétante maximale que pendant un certain temps, c'est-à-dire qui ne font que retarder l'alimentation de l'insecte sans l'empêcher définitivement (Hosozawa *et al.*, 1974b).

3. *Clerodendron calamitosum* L.

L'extrait éthéré des feuilles de *Clerodendron calamitosum* L. présente une activité antiappétante de 100 p. 100, contre les larves de *Spodoptera litura*, à une concentration de 1 p. 100 (Hosozawa *et al.*, 1974c, d). Le produit actif isolé de cet extrait est la 3-épi-caryoptine (39) dont l'activité maximale se manifeste dès la concentration de 200 ppm.



39



40

Sur le plan biogénétique il est intéressant de noter que dans cette plante on ne trouve que l'épicaryoptine (39) sans traces de caryoptine (32).

4. *Clerodendron cryptophyllum* Turcz.

Hosozawa et ses collaborateurs (1974d) ont isolé de l'extrait sec de *Clerodendron cryptophyllum* la clérodendrine A (18) déjà rencontrée dans *Clerodendron tricotomum*.

5. *Callicarpa japonica* Thunb.

Bien que les extraits bruts de cette plante présentent une grande activité antiappétante les auteurs n'ont pu en isoler un antiappétant puissant (Hosozawa, 1974d). Par contre le phytol (40) lui aussi composé diterpénique mais faible antiappétant, s'y trouve à une forte concentration.

Le tableau suivant, tiré de la publication de Hosozawa (1974d), récapitule les activités antiappétantes des extraits étherés des treize plantes Verbénacées testés :

TABLEAU 7

Activité antiappétante des extraits étherés de plantes Verbénacées

Espèce		Activité *
<i>Clerodendron fragrans</i> Vent.	feuille	++++
	tige	+
<i>Clerodendron inerme</i> Gaertn.	tige	+
<i>Clerodendron paniculatum</i> L.	feuille	+
	tige	+
<i>Clerodendron calamitosum</i> L.	feuille	++++
	tige	+++
<i>Clerodendron cryptophyllum</i> Turcz.	feuille	++++
	tige	+
<i>Clerodendron paniculatum</i> var <i>albiflora</i> L.	tige	—
<i>Callicarpa formosana</i> Rolfe.	feuille	+
	tige	+
<i>Duranta repens</i> L.	feuille	—
	tige	—
<i>Lippia nodiflora</i> Rich.	feuille + tige	—
<i>Premna integrifolia</i> L.	feuille	—
	tige	—
<i>Vitex negundo</i> L.	tige	—
<i>Vitex trifolia</i> L.	graines	+++
<i>Verbena officinalis</i> L.	tige + feuilles	—

* ++++ indique une activité antiappétante de 100 p. 100 à une concentration de 1 p. 100.

+++ indique une activité antiappétante de 100 p. 100 à une concentration de 2,5 p. 100.

++ indique une activité antiappétante de 100 p. 100 à une concentration de 5 p. 100.

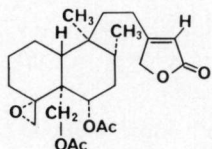
+ indique une activité antiappétante de 100 p. 100 à une concentration de 10 p. 100.

— indique aucun effet à une concentration de 10 p. 100.

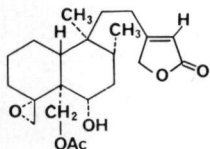
On notera que, bien qu'étant très actifs, les extraits de *Clerodendron fragrans* Vent. et de *Vitex trifolia* L. ne semblent pas avoir fait l'objet d'études approfondies de la part des auteurs japonais.

B. — Ajugarines

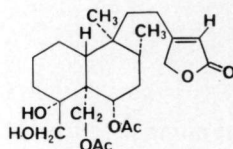
Le fait que les feuilles d'*Ajuga remota* Benth. (Labiées) ne soient pas mangées par les chenilles de *Spodoptera littoralis* a conduit à l'isolation de trois antiappétants diterpéniques, les ajugarines I, II et III (41), (42), (43) (Kubo et al., 1976c).



41



42

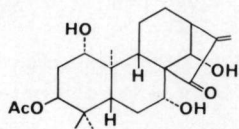


43

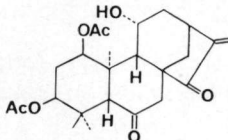
Ces produits dont la structure rappelle beaucoup celle de la clérodine ont été testés contre *Spodoptera exempta* (monophage) et *Spodoptera littoralis* (polyphage). L'activité antiappétante est de 100 p. 100 à 100 ppm pour les ajugarines I et II contre *S. exempta* et à 300 ppm contre *S. littoralis*.

C. — Isodomédine et Inflexine

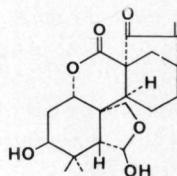
Tout récemment Kubo et ses collaborateurs (1977b) ont isolé l'isodomédine (44) des feuilles séchées d'*Isodon shikokianus* var *intermedius* (Makino) Hara (Labiées). Ce produit amer, antibactérien et cytotoxique présente aussi une activité antiappétante contre *Spodoptera exempta*. Les auteurs lui attribuent la structure ent-kaurenoïde 44 et publieront ultérieurement les résultats des tests biologiques.



44



45



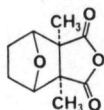
46

Les mêmes auteurs (Kubo et al., 1977c) ont isolé l'inflexine (45) d'*Isodon inflexus* Kudo (Labiées) et signalé ses propriétés cytotoxiques et antiappétantes sans plus de précision.

Notons que l'amertume très prononcée de l'entméine (46), qui a été isolée des feuilles d'*Isodon trichocarpus* Kudo et *I. japonicus* Hara, pourrait bien être en plus de sa structure B secokaurenoïde, un indice d'une activité antiappétante.

D. — Cantharidine

Lorsque l'on touche les cantharides (« mouches espagnoles »), coléoptères de la famille des Méloïdes, elles émettent, aux articulations des pattes, un saignement caractéristique. La cantharidine (47), principe actif de ce sang, déclenche au contact de la peau l'apparition d'ampoules. C'est aussi un poison violent puisque la dose létale



47

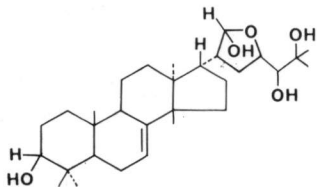
pour les humains est de 0,5 mg/kg. Carrel et Eisner (1974) ont montré que la cantharidine possède des propriétés antiappétantes intéressantes contre certains insectes. Des tests effectués sur plusieurs espèces de Fourmis et sur le Calosome *Camedula prominens* Le C. ont montré qu'elle était active à des concentrations de l'ordre de 10^{-5} M. Pourtant tous les insectes n'y sont pas sensibles et certains se nourrissent de Cantharides sans être affectés par sa toxicité.

V. — Triterpènes

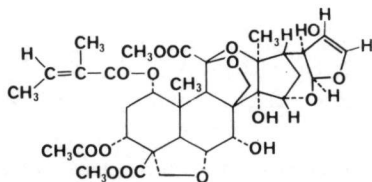
a) Méliantriol et azadirachtine

Depuis longtemps on savait que plusieurs arbres de la famille des Méliacées n'étaient pas attaqués par un bon nombre d'acridiens tels que *Schistocerca gregaria* Forsk., *Locusta migratoria* L., *Anacridium aegypticum* L., *Calliptamus italicus* L. et *Docius-*taurus maroccanus* Thunb.* (Volkonsky, 1937a et b ; Krishnamurti et Rao, 1950 ; Shopra, 1958 ; Irvine, 1961 ; Watt et Breyer-Brandwijk, 1962). On avait aussi montré au laboratoire, qu'effectivement, des extraits de *Melia azedarach* L. (Chauvin, 1946 ; Shpan-Gabrielith, 1965) et *Melia azadirachta* L., encore appelé *Melia indicata* ou *Azadirachta indicata* A. Juss (Shinha et Gulali, 1965 ; Pradhan et Jotwani, 1962, 1968), présentaient des propriétés antiappétantes contre le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*.

A la suite de ces observations Lavie et ses collaborateurs (1967) ont isolé, du fruit frais de *Melia azedarach* et de l'huile de *M. azadirachta*, un triterpène qu'ils ont appelé méliantriol (48).



48



49

Malheureusement les données concernant les propriétés biologiques de ce produit ne sont pas claires ; son activité antiappétante contre le criquet pèlerin serait de 100 p. 100 pour une concentration de $8 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Cette évaluation se réfère à la quantité de produit déposé sur les disques de papier filtre utilisés au cours des tests.

Un autre antiappétant très actif a été isolé des graines de *Melia azadirachta* par Butterworth et Morgan (1968, 1971, 1972) et des fruits séchés de *Melia azedarach* par Morgan et Thornton (1973). Cette nouvelle substance (49), appelée azadirachtine, dont la structure n'a été complètement élucidée que sept ans après sa découverte (Butterworth et al., 1972 ; Zanno et al., 1975 ; Nakanishi, 1975), n'a aucune relation structurale avec le méliantriol (48) et est beaucoup plus active que lui puisqu'elle présente une activité antiappétante totale contre *Schistocerca gregaria* à une concentration de $40 \mu\text{g}/\text{l}$ ou 10^{-8} M (l'équivalent d'environ $1 \text{ ng}/\text{cm}^2$ selon les auteurs ou 0,04 ppm !).

Mc Millan (1969) a d'autre part signalé l'action antiappétante de l'azadirachtine contre la chenille de la noctuelle du maïs *Heliothis zea* Boddie et contre *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith., et Zanno et ses collaborateurs (1975) contre les larves de *Heliothis virescens* F., la Piéride du chou *Pieris brassicae* L. adulte, et contre les larves de la Teigne des ruches *Galleria mellonella* L. et celles des Termites du genre *Reticulitermes*.

L'azadirachtine n'est pourtant pas un antiappétant universel puisqu'elle est sans effet sur le Terme de Saintonge *Reticulitermes santonensis* A. J. Flux et que son action contre la larve de *Pieris brassicae* n'est que modérée (Butterworth et Morgan, 1971). Il en est de même contre *Plutella xylostella* L. et les aphides n'y sont pas sensibles (Gill, 1972).

Outre son activité antiappétante l'azadirachtine possède une propriété particulièrement intéressante. En effet pour présenter un intérêt pratique un antiappétant doit être suffisamment stable et doit être absorbé afin d'être transféré dans toute la plante. Dans ces conditions, même les jeunes pousses, apparues après le traitement, sont protégées. Gill et Lewis ont montré que l'azadirachtine possède bien cette propriété (1971) : elle est en effet absorbée par les racines de haricots et répartie dans toute la plante, la préservant ainsi de toute attaque des adultes du criquet pèlerin *Schistocerca*. La nature du sol joue un rôle dans cette action systémique puisque, par exemple, des sols trop organiques ou trop basiques, réduisent l'activité antiappétante de l'azadirachtine dans les haricots. Les nématodes du genre *Pratylenchus* réagissent aussi à ce puissant antiappétant. Il suffit par exemple de tremper pendant 2 h des graines de haricots ou d'orge, dans une suspension aqueuse à 1 p. 100 de graines de margousier écrasées, pour observer une diminution de 50 p. 100 des nématodes envahissant le système radicellaire en croissance, ceci durant 10 jours. Ruscoe (1972) a par ailleurs montré que l'azadirachtine affecte la croissance et le développement de plusieurs classes d'insectes.

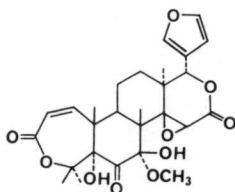
Outre son activité intense, l'azadirachtine possède plusieurs atouts importants du point de vue de ses applications pratiques (Nakanishi, 1975). Malgré sa structure extrêmement complexe c'est une substance relativement abondante et facile à obtenir puisque 300 g de graines donnent 800 mg d'azadirachtine pure et que l'arbre est très répandu en Afrique et aux Indes. Elle n'est vraisemblablement pas toxique pour les oiseaux puisque le fruit du margousier constitue une de leur nourriture favorite ; bien qu'une intoxication fatale ait été rapportée (Carratala, 1939) il en est sans doute de même pour les humains qui ont l'habitude de mâcher les jeunes

pousses de margousier depuis des siècles, pour prévenir les affections dentaires. De plus elle est chimiquement instable. Evidemment des études plus poussées seraient nécessaires avant d'envisager son usage pratique.

Il est intéressant de noter que dès 1937 Volkonsky avait envisagé l'emploi des extraits de *Melia azedarach* en agriculture : « les feuilles peuvent être récoltées et séchées par les cultivateurs eux-mêmes pour être utilisées, le moment venu, sous forme de décoction à 2 ou 5 p. 100 ». Il avait évalué qu'un arbre de 8 m de haut pouvait fournir en juillet-août 400 kg de feuilles (en poids sec) soit une quantité suffisante pour asperger 20 à 60 ha de vigne. « On peut donc prévoir que, si le procédé s'avère efficace, les cultivateurs pourront, par la suite, entretenir dans leur propriété un nombre de mélias suffisant pour protéger eux-mêmes leurs cultures. » C'est un programme que ne renierait aucun écologiste !

b) Harrisonine

Récemment Kubo et ses collaborateurs (1976d) ont isolé l'harrisonine (50) de l'arbuste est-africain *Harrisonia abyssinica* Oliv (Simarubacées) très employé en médecine



50

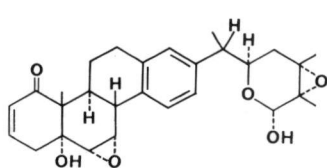
cine populaire. C'est un antiappétant puissant puisque son activité contre la chenille de *Spodoptera exempta* est de 100 p. 100 à la concentration de 20 ppm. L'harrisonine est aussi active contre certains microorganismes gram positif, *Bacillus subtilis* par exemple, et présente aussi des propriétés cytotoxiques.

c) Triterpénoïdes extraits de *Nicandra physaloides*

Plusieurs auteurs ont signalé l'activité antiappétante des extraits de la plante péruvienne *Nicandra physaloides* Gaertn. (Solanacées) connue depuis longtemps pour

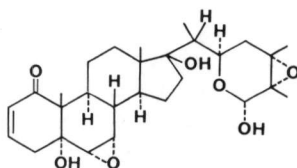
TABLEAU 8

Composés triterpénoïdes extraits de *Nicandra physaloides*



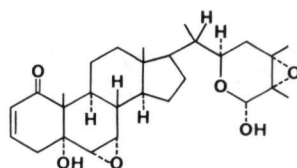
Nic-1

51



Nic-2

52



Nic-3

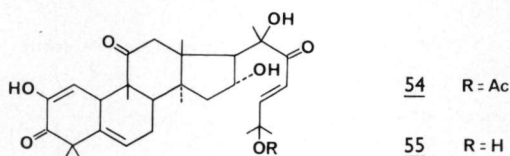
53

repousser les insectes (Fraenkel *et al.*, 1960 ; Nalbandov *et al.*, 1964 ; Gizyck et Kotischke, 1951). Une dizaine de composés terpénoïdes ont maintenant été isolés de ces extraits et identifiés (Begley *et al.*, 1972a et b ; Bates et Morehead, 1974). A titre d'exemples, les structures des trois premiers produits de la série sont représentées sur le tableau VIII.

Hsiao et Fraenkel (1968a et b) ont montré que *L. decemlineata* ne mangeait presque plus lorsque la nicandrénone (51) était ajoutée à son régime habituel à la concentration de 0,01 p. 100. Mis à part ce résultat, aucun test biologique précis n'ayant, à notre connaissance été rapporté, il semble impossible de dire si tous ces produits sont réellement des antiappétants ou simplement des répulsifs.

d) Cucurbitacines

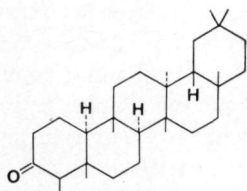
Nielsen *et al.* (1977) viennent de montrer que les cucurbitacines E (54) et I (55), contenues dans les graines et les feuilles d'*Iberis amara* L. (Crucifères) sont des antiappétants vis-à-vis de la Chrysomèle *Phyllotreta nemorum* L. L'activité de ces substances



contre cet insecte serait maximale à des concentrations respectives de l'ordre de 40 mg/l et 190 mg/l. Les mêmes auteurs ont aussi montré que les cucurbitacines inhibaient la prise de nourriture chez les Chrysomèles *P. undulata* Kutsch, *P. tetragamma* Com. et *Phaedon cochlearidae* F. D'autre part *Iberis amara* n'est pas attaquée par *P. cruciferae* Goeze (Feeny *et al.*, 1970) et seulement légèrement par les espèces du type *Pieris* (Terofal, 1965).

e) Friedeline

Les larves de *Spodoptera littoralis* n'attaquant pas les feuilles de *Acokanthera specabilis* Hook (Apocynacées), Abassy et ses collaborateurs (1977) ont identifié le principe antiappétant contenu dans cette plante. Il s'agit du composé triterpénique (56), très répandu, appelé friedeline.



$\underline{56}$

L'activité antiappétante de la friedeline est du même ordre de grandeur que celle du shiromool et des mono et diacétates de shiromodiol isolés de *Parabenzoin trilobum* par Wada *et al.*, (1970a), c'est-à-dire qu'elle est de 100 p. 100 pour une concentration d'environ 2 500 ppm.

f) Acides gymnémiques

Ces saponines triterpénoïdiques réduisent la prise de nourriture chez *Spodoptera eridania* Gram. (Granich *et al.*, 1974).

VI. — Furocoumarines et furoquinolines

Yajima *et al.* (1977) ont recherché de façon systématique la présence d'agents antiappétants dans les extraits de quarante-deux plantes appartenant à vingt-neuf familles. Les extraits des neuf espèces représentées dans le tableau IX ont manifesté une forte activité antiappétante vis-à-vis de *Spodoptera litura*.

TABLEAU 9

Plantes dont les extraits présentent une forte activité antiappétante contre *Spodoptera litura*

Famille	Espèce
Composées.....	<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.
Labiées	<i>Nepeta cataria</i> L.
Polygonacées	<i>Polygonum orientale</i> L. var. <i>Pilosum</i> Meisn.
Rutacées	<i>Orixa japonica</i> Thunb.
Alismacées	<i>Alisma orientale</i> J.
Aracées.....	<i>Acorus calamus</i> L.
Composées.....	<i>Eupatorium stoechadosmum</i> H. <i>Matricaria chamomilla</i> L.
Moracées	<i>Humulus lupulus</i> L.

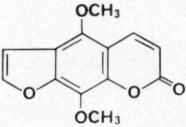
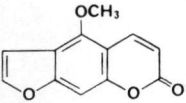
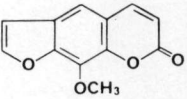
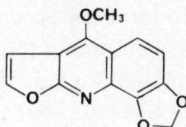
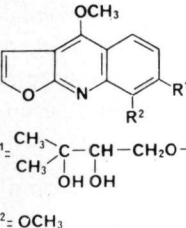
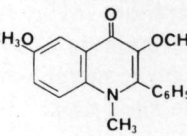
L'activité des extraits d'*Orixa japonica* (Rutacées) étant la plus forte, les auteurs ont cherché à en isoler les principes actifs et ont caractérisé l'isopimpinelline (57), le bergaptène (58), la xanthotoxine (59), la kokusagine (60), l'évoxine (61) et la japonine (62).

On connaissait les nombreuses propriétés biologiques des furocoumarines, composés très répandus dans le règne végétal (particulièrement chez les Rutacées, Ombellifères, Légumineuses et Orchidées), mais jusqu'à maintenant leurs propriétés antiappétantes n'avaient jamais été décrites. Il en est de même pour les furoquinolines.

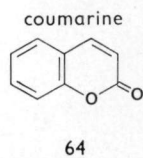
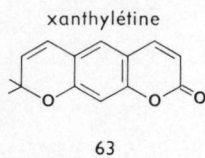
Bien que leur structure chimique soit simple, ces substances possèdent une activité antiappétante relativement importante. Comme la préparation des composés de ce type est déjà connue, les auteurs suggèrent qu'une approche synthétique pourrait conduire à l'établissement de relations structure activité et permettre la découverte des produits plus actifs.

TABLEAU 10

Activité antiappétante contre *S. litura* des produits isolés d'*O. japonica*

Isopimpinelline	Bergaptène	Xanthotoxine
		
<u>57</u>	<u>58</u>	<u>59</u>
* 5	10	100
Kokusagine	Evoxine	Japonine
		
<u>60</u>	<u>61</u>	<u>62</u>
* 100	500	300

Le bergaptène (57) a aussi été isolé, à côté de la xanthylétine (63) des extraits benzéniques de *Boenninghausenia albiflora* Reichb (Rutacées) (Hosozawa et al., 1974d).



L'activité antiappétante de la xanthylétine (63) est faible puisqu'il faut atteindre 2 500 ppm pour qu'elle soit de 100 p. 100.

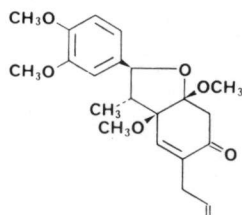
Notons aussi que la coumarine (64) elle-même, à fortes concentrations, présente des propriétés antiappétantes contre un certain nombre d'insectes s'attaquant normalement aux Légumineuses. C'est le cas de *Epicauta* spp. (Gorz et al., 1972) et de *Hyperapostica* G. (Hsiao, 1969). Elle serait aussi le responsable du fait que *Listroderes costirostris* Klug. ne s'attaque pas au mélilot (Matsumoto, 1962).

VII. — Lignanes et dérivés

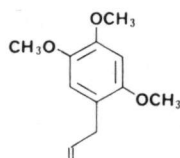
a) Produits extraits de *Piper futokadzura* Sieb. et Zucc.

En 1975 Matsui et Munakata ont publié la structure de la pipérénone (65), nouvel antiappétant qu'ils avaient isolé de l'extrait benzénique des feuilles de *Piper futokad-*

zura Sieb. et Zucc. (Pipéracées) (Matsui et Munakata, 1975). La stéréochimie de la molécule, classée comme étant un néolignane (Gottlieb, 1972), a depuis été déterminée par différentes méthodes physiques et chimiques (Matsui et Munakata, 1976b) puis confirmée par R. X. (Matsui et al., 1976c).



65
pipérénone

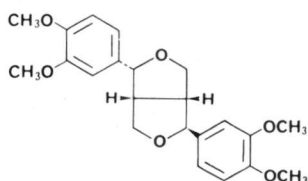


66
isoasarone

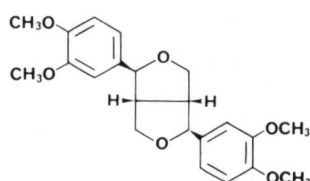
La pipérénone (65) présente une activité totale contre la larve de *Spodoptera litura* à la concentration de 0,005 p. 100 (Matsui et al., 1976a). L'isoasarone (66), qui présente une activité antiappétante beaucoup plus faible (100 p. 100 à 0,5 p. 100) a aussi été isolée de *Piper futokadzura* à côté de la pipérénone (Matsui et al., 1976a).

b) Produits extraits de *Parabenzoin praecox* Nakai

Les mêmes auteurs ont aussi mis en évidence la présence de la (+) épieudesmine (67) et la (+) eudesmine (68) dans les extraits benzéniques de *Parabenzoin praecox*



67

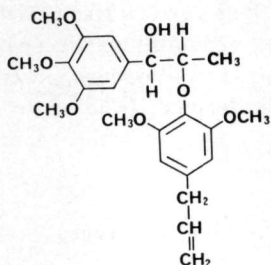


68

Nakai (Matsui et al., 1976a). Ces deux substances présentent 100 p. 100 d'activité antiappétante contre les larves de *Spodoptera litura* à des concentrations respectives de 0,05 p. 100 et 1 p. 100. Cet exemple illustre la différence d'activité très importante pouvant exister entre deux isomères d'une même molécule.

c) Produits extraits de la noix de muscade, *Myristica fragrans* Houtt

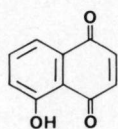
Dans le cadre d'une recherche systématique de produits naturels présentant une activité biologique à l'égard de la larve du ver à soie *Bombyx mori* L., toute une série de composés phénylpropaniques inhibant la croissance de cette larve ont été isolés des graines de la noix de muscade *Myristica fragrans* Houtt. (Isogai et al., 1973). En particulier le produit (69) possède une activité antiappétante totale à la concentration de 50 ppm.



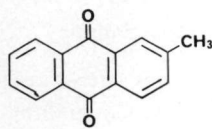
69

VIII. — Quinones

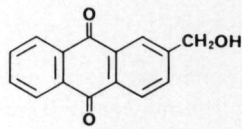
Les propriétés antiappétantes de l'hydroxy-5 naphtoquinone 1-4 (70), appelée juglone, ont été mises en évidence par Gilbert et ses collaborateurs (Gilbert *et al.*, 1967 ; Gilbert et Norris, 1968).



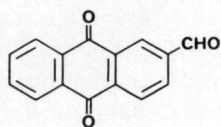
70



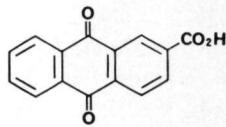
71



72



73



74

Ils ont montré que cette quinone était le principe responsable de l'action antiappétante, contre le petit Scolyte européen de l'orme, *Scolytus multistriatus* Marsh, de l'extract benzénique de l'écorce de *Carya ovata* Mill, arbre non attaqué par le scolyte. Cette action ne s'exerce pas contre *Scolytus quadrispinosus* Say pour qui *Carya ovata* est un arbre hôte. Les auteurs montrent en outre que l'extract benzénique de l'écorce de *Quercus alba* L. contient aussi un antiappétant contre *Scolytus multistriatus*. Ce produit n'a pas été isolé.

Norris (1970) a montré que la juglone (70) inhibait complètement l'absorption de nourriture chez *Scolytus multistriatus* à la dose de 0,5 mg/ml. D'autre part la présence d'un groupe hydroxyle sur les positions 5 ou 8 des naphtoquinones accroît l'effet antiappétant et le mécanisme inhibiteur des quinones ferait intervenir un complexe de transfert de charge entre un groupe sulfhydryle du site récepteur de la membrane nerveuse, l'oxydation du groupe sulfhydryle et la réduction de la quinone (Norris *et al.*, 1970).

Par ailleurs Rudman et Gay (1961) ont mis en évidence l'action inhibitrice des anthraquinones (71-74), contenues dans les extraits de cœur de Teck, vis-à-vis de

l'attaque de disques de papier filtre par diverses variétés de termites. Ils ont en outre testé une quarantaine d'autres produits, anthracènes, anthrones, anthraquinones, xanthones, et montré que, bien que non toxiques, un bon nombre d'entre eux préservaient le papier de l'attaque des termites (Rudman et Gay, 1963). Malheureusement il semble difficile de distinguer s'il s'agit d'agents répulsifs ou d'antiappétants.

IX. — Divers

a) Les aminoacides sont habituellement des phagostimulants mais à fortes concentrations ils peuvent manifester des propriétés antiappétantes. Par exemple Thorsteinson (1960), a montré que des solutions 0,5 M d'alanine, de sérine et d'acide α -amino butyrique inhibaient la prise de nourriture chez *Camnula pellucida* Scud. Il en est de même des solutions 0,02 M de L-arginine et L-tryptophane et 0,05 M de β -alanine à l'égard des larves de premier stade de la Pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hb. (Beck et Hanec, 1958 ; Beck, 1960). Les larves de *Spodoptera eridania* Cram. ne se nourrissent pas de régimes alimentaires contenant 5 p. 100 de dihydroxy-3, 4 phénylalanine (Rehr et al., 1973).

b) Carbohydrates

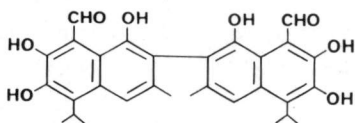
Comme les acides aminés, la plupart des sucres sont des phago-stimulants aux concentrations rencontrées dans les plantes. Cependant, dans sa revue Chapman (1974) rapporte plusieurs travaux montrant qu'à forte concentration ils entraînent une diminution de la prise de nourriture.

Le même article contient un certain nombre de références concernant l'action antiappétante des glycosides. En particulier la phaséolunatine est active contre les larves de cinquième stade d'*Epilachna varivestis* M. à des concentrations de 5 mg/ml. (Nayar et Fraenkel, 1963) ; la sinigrine réduit la prise de nourriture chez *Aphis fabae* Scop., *Aulacorthum solani* Kalt. et *Acyrtosiphon pisum* Harris (Nault et Styer, 1972) et la digitonine chez *Schistocerca gregaria* (Gill, 1972) et *Melanoplus bivittatus* Say (Harley et Thorsteinson, 1967).

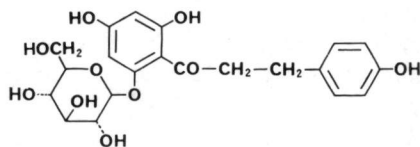
Des composés aussi simples que l'arabinose, l'acide ascorbique et le mannitol sont des antiappétants pour *Sitona cylindricollis* Fhs. (Akeson et al., 1970).

c) Composés phénoliques

Le gossypol (75) substance présente dans toutes les espèces de coton, a fait l'objet d'un grand nombre de travaux. En particulier sa toxicité mais aussi ses propriétés antiappétantes à l'égard de diverses espèces d'insectes ont été examinées à plusieurs reprises (Bottger et al., 1964 ; Lukefahr et Martin, 1966 ; Lukefahr et Houghtaling,



75

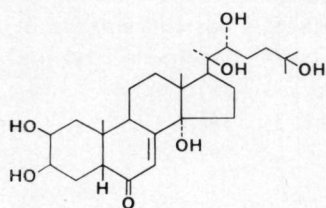


76

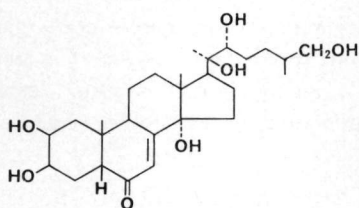
1969 ; Shaver *et al.*, 1970). Par exemple une solution à 1 p. 100 de gossypol inhibe fortement l'alimentation des larves de *Boarmia (Ascotis) selenaria* Schiff. (Meisner *et al.*, 1976) et celle de *Spodoptera littoralis* Boisduval (Meisner *et al.*, 1977). Montgomery et Arn (1974) ont montré que la phlorizine (76), composé phénolique présent seulement dans les pommiers du genre *Malus*, manifeste des propriétés antiappétantes contre le puceron du pêcher *Myzus persicae* Sulzer et contre le puceron *Amphorophora agathonica* Hottes ; l'efficacité serait totale à des concentrations de l'ordre de 10^{-3} M. Par contre ce produit est beaucoup moins actif contre le puceron vert *Aphis pomi* De Geer qui se nourrit effectivement de pommier.

d) Stéroïdes

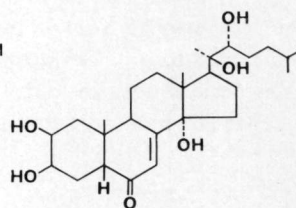
L'ecdystérone (77), l'inokostérone (78) et la ponastérone A (79), hormones contrôlant les métamorphoses des insectes, mais présentes aussi dans les plantes (Nakanishi *et al.*, 1966), possèdent des propriétés antiappétantes contre la Piéride du



77



78



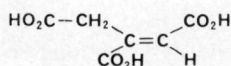
79

chou *Pieris brassicae* L. à toute concentration supérieure à $0,4 \times 10^{-4}$ M. L'efficacité est totale à la concentration de 3.10^{-4} M. Les larves de *Mamestra brassicae* L. sont moins sensibles (Ma, 1972). L'ecdystérone diminue aussi l'absorption de liquide chez *Dysdercus* spp. (Schoonhoven et Derksen-Koopers, 1973).

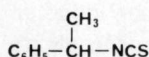
e) Autres produits

L'acide trans aconitique (80) est la substance antiappétante du gazon *Echinochloa crus-galli* var *oryzicola* active contre la cicadelle brune *Nilaparvata lugens* Stal. Le sel de calcium de cet acide présente une forte activité antiappétante à la concentration de 0,25 p. 100. Par contre l'isomère cis est beaucoup moins actif (Kim *et al.*, 1976).

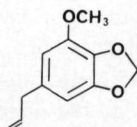
Les effets antiappétants du phényl-2 éthylisothiocyanate (81) et de l'allyl-5 méthoxy méthylènedioxy-2,3 benzène (myristicine) (82) ont été mis en évidence contre la mouche du vinaigre *Drosophila melanogaster* Meig. par exemple. Il est intéressant de noter que ces produits ont été extraits des parties comestibles du navet *Pastinaca*



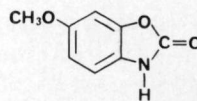
80



81



82



83

sativa L. Le fait que ce légume ait été consommé pendant des siècles par les humains, sans dommage apparent, garantit sans doute leur innocuité (Lichtenstein *et al.*, 1962 ; Lichtenstein et Casida, 1963). Beck a mis en évidence l'effet antiappétant de la méthoxy-benzoxazolinone (83), et de quelques analogues, vis-à-vis des larves de la pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* Hb. (Beck, 1956, 1960 ; Beck *et al.*, 1957). Ce produit isolé par Smissman *et al.* (1957), est un des trois facteurs chimiques responsables de la résistance des plants de Maïs à l'attaque de cette pyrale.

Les propriétés antiappétantes de divers extraits bruts ont été souvent signalées sans que les principes actifs soient isolés. Par exemple la présence, dans la graine de soja, d'un facteur antiappétant vis-à-vis de la larve du Ver à soie *Bombyx mori* a été récemment mise en évidence (Toshio *et al.*, 1975). L'extrait éthanolique de la graine est fortement actif lorsqu'il est mélangé à la nourriture de la larve, à la dose de 0,4 mg/g. Il a aussi été démontré que certaines fractions d'extraits d'Acajou repoussaient les termites (Asenjo *et al.*, 1958). De nombreux autres exemples sont rapportés dans la revue de Chapman (1974).

D'autre part un brevet hongrois récent décrit un mélange antiappétant dont les principes actifs sont le p-cymène, le terpinéol-4 et l' α -terpinéol à des concentrations de 1 à 5 p. 100. Ces produits sont extraits de *Amorpha fruticosa* L. et sont actifs contre les moustiques, les fourmis, les papillons des choux, les doryphores, certaines saute-relles etc. mais sont sans danger pour les abeilles (Gombos *et al.*, 1977).

Conclusion

La liste des substances antiappétantes d'origine naturelle dont la structure chimique a été établie s'allonge sans cesse. Pourtant l'exploitation des observations, plus ou moins empiriques, accumulées depuis un grand nombre d'années est loin d'être terminée et de très nombreux composés antiappétants restent à isoler et à caractériser.

Le travail réalisé par Jermy (1966) pourrait, par exemple, être le point de départ d'une recherche systématique. En effet, sans avoir isolé aucune substance il a recherché la présence éventuelle d'antiappétants susceptibles d'être actifs vis-à-vis de 8 espèces d'insectes dans un lot imposant de plantes appartenant à 43 familles. Ce travail lui a permis d'apporter de précieuses données sur les relations plantes-insectes que nous avons abordées dans les premières lignes de cette revue :

- La plus grande partie des plantes non-hôtes des espèces légèrement ou hautement spécialisées contient des antiappétants.

- Une plus grande spécificité à l'égard des plantes-hôtes s'accompagne d'une plus grande sensibilité des chémorécepteurs vis-à-vis des antiappétants.

- Dans le choix d'une plante-hôte cette sensibilité est plus importante que l'adaptation spécifique aux phagostimulants de la plante.

- Comme l'illustre toute cette revue, des substances de structures moléculaires très variées peuvent posséder des propriétés antiappétantes.

- La très grande spécificité des chémorécepteurs vis-à-vis des antiappétants rend attractive l'utilisation de ces derniers dans la lutte contre les insectes nuisibles.

- La richesse des plantes en antiappétants varie beaucoup suivant les familles : les Papavéracées et les Composées en contiennent plus que les Légumineuses par

Tableau récapitulatif des principaux antiappétants d'origine naturelle

N°	Nomenclature	Plante d'origine		Insecte sensible	Activité (1)
		Famille	Espèce		
5	Isoboldine	Ménispermacées Symplocacées	<i>Cocculus trilobus</i> <i>Nantina domestica</i> <i>Symphos celastrinea</i> <i>Beilschmiedia elliptica</i>	<i>Abraxas miranda</i> <i>Spodoptera litura</i>	200
6	Xylomolline	Méliacées	<i>Xylocarpus molluscensis</i>	<i>Spodoptera exempta</i>	
7	Diacétate de shiromodiol	Lauracées	<i>Parabenzoin trilobum</i>	<i>Spodoptera littoralis</i> <i>Trimeresia miranda</i>	2 500-5 000 2 500
8	Shiromool	—	— —	<i>Spodoptera littoralis</i>	2 500-5 000
9	Monoacétate de shiromodiol	—	— —	<i>Spodoptera littoralis</i> <i>Trimeresia miranda</i>	2 500-5 000 2 500 *
10	Pinguisone	Hépatiques	<i>Aneura pinguis</i>	<i>Spodoptera littoralis</i>	1 250
11	Absinthine	Composées	<i>Artemesia absinthum</i>	<i>Spodoptera littoralis</i>	300
12	Polygodial	Polygonacées Winteracées Hépatiques (Jungermaniales) Canellacées	<i>Polygonum hydropiper</i> <i>Drimys lanceolata</i> <i>Porella vernucosa</i> <i>Warburgia stuhlmanii</i>	<i>Spodoptera littoralis</i> <i>Spodoptera exempta</i>	0,1
13	Ugandensidial	Canellacées	<i>Warburgia ugandensis</i> <i>Cinnamosma fragrans</i>	— —	—
14	Warburganal	Canellacées	<i>Warburgia ugandensis</i>	<i>Spodoptera littoralis</i> <i>Spodoptera exempta</i>	0,1
15	Muzigadial	Canellacées —	<i>Warburgia ugandensis</i> <i>Canella winterana</i>	— — — —	—
17	Peroxyferolide	Magnolacées	<i>Liriodendron tulipifera</i>	<i>Lymantria dispar</i> <i>Porthetria dispar</i>	
18	Clérodendrine A	Verbénacées —	<i>Clerodendron tricotomum</i> <i>Clerodendron cryptophyllum</i>	<i>Spodoptera litura</i> <i>Calospilos miranda</i> <i>Ostrinia nubilalis</i> <i>Euproctis subflava</i>	300 5 000 5 000 1 000
19	Clérodendrine B	—	<i>Clerodendron tricolonum</i>	<i>Spodoptera litura</i> <i>Calospilos miranda</i> <i>Ostrinia nubilalis</i> <i>Euproctis subflava</i>	200 5 000 5 000 1 000
20	Clérodine	Verbénacées —	<i>Caryopteris divaricata</i> <i>Clerodendron infortunatum</i>	<i>Spodoptera litura</i>	50
28	Dihydro-clérodine	Verbénacées	<i>Caryopteris divaricata</i>	— —	50
29	Hémiacétal de la clérodine	— —	— —	— —	50
32	Caryoptine	—	— —	— —	200
33	Dihydro-caryoptine	Verbénacées	<i>Caryopteris divaricata</i>	<i>Spodoptera litura</i>	80

Tableau récapitulatif des principaux antiappétants d'origine naturelle (Suite)

N°	Nomenclature	Plante d'origine		Insecte sensible	Activité (1)
		Famille	Espèce		
34	Hémiacétal de la caryoptine	—	—	—	200
37	Caryoptinol	—	—	—	200
38	Dihydro-caryoptinol	—	—	—	100
39	Epicaryoptine	—	<i>Clerodendron calamitosum</i>	—	200
40	Phytol	—	<i>Callicarpa japonica</i>	—	5 000
41	Ajugarine I	Labiées	<i>Ajuga remota</i>	<i>Spodoptera exempta</i> <i>Spodoptera littoralis</i>	100 300
42	Ajugarine II	—	—	—	—
43	Ajugarine III	—	—	—	—
44	Isodomédine	—	<i>Isodon shikokianus</i> var <i>intermedius</i>	<i>Spodoptera exempta</i>	—
45	Inflexine	—	<i>Isodon inflexus</i>	—	—
48	Méliantriol	Méliacées	<i>Melia azedarach</i> <i>Melia azadirachta</i>	<i>Schistocerca gregaria</i>	8 µg/cm ²
49	Azadirachtine	—	<i>Melia azadirachta</i> <i>Melia azedarach</i>	<i>Schistocerca gregaria</i> <i>Heliothis zea</i> <i>Spodoptera frugiperda</i> <i>Heliothis virescens</i> <i>Pieris brassicae</i> <i>Galleria mellonella</i> <i>Reticulitermes</i>	40 µg/l ou 1 ng/cm ² ou 10 ⁻⁸ M
50	Harrisonine	Simarubacées	<i>Harrisonia abyssinica</i>	<i>Spodoptera exempta</i>	20
54 55	Cucurbitacines E et I	Crucifères	<i>Iberis amara</i>	<i>Phyllotreta nemorum</i> <i>Phyllotreta undulata</i> <i>Phyllotreta tetrastigma</i> <i>Phaedon cochleariae</i>	40-190
56	Friedeline	Apocynacées	<i>Acokanthera spectabilis</i>	<i>Spodoptera littoralis</i>	2 500
57	Isopimpinelline	Rutacées	<i>Orixa japonica</i>	<i>Spodoptera litura</i>	5 **
58	Bergaptène	Rutacées	<i>Orixa japonica</i> <i>Boenninghausenia albiflora</i>	<i>Spodoptera litura</i> —	10 **
59	Xanthotoxine	—	<i>Orixa japonica</i>	—	100 **
60	Kokusagine	—	—	—	100 **
61	Evoxine	—	—	—	500 **
62	Japonine	—	—	—	300 **

Tableau récapitulatif des principaux antiappétants d'origine naturelle (Suite)

N°	Nomenclature	Plante d'origine		Insecte sensible	Activité (1)
		Famille	Espèce		
63	Xanthylétine	—	<i>Boenninghausenia albiflora</i>	— —	2 500 **
65	Pipérénone	Pipéracées	<i>Piper futokadzura</i>	— —	50
66	Isoasarone	—	— —	— —	5 000
67	(+) épieudesmine	—	<i>Parabenzoin praecox</i>	— —	500
68	(+) eudesmine	—	— —	— —	10 000
69		—	<i>Myristica fragrans</i>	<i>Bombyx mori</i>	50
70	Juglone	Pipéracées	<i>Carya ovata</i>	<i>Scolytus multistriatus</i>	
75	Gossypol		Coton	<i>Boarmia (ascotis) selenaria</i> <i>Spodoptera littoralis</i>	1 000
76	Phlorizine		Pommiers du genre <i>Malus</i>	<i>Myzus persicae</i> <i>Amphorophora agathonica</i>	10 ⁻³ M
47	Cantharidine	Origine animale : coléoptères méloïdes		Différentes espèces de Fourmis <i>Calosoma prominens</i>	10 ⁻⁵ M

(1) Concentration approximative pour laquelle l'activité antiappétante est de 100 p. 100 ; sauf indication précise, elle est exprimée en ppm.

* A cette concentration l'activité antiappétante n'est que de 70 p. 100.

** A cette concentration l'activité antiappétante n'est que de 50 p. 100.

exemple. De plus certaines espèces comme *Pisum sativum* L. et *Malva silvestris* L. n'en contiennent pas, alors que d'autres, *Solidago virga-aurea* L. par exemple, repoussent tous les insectes.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Remerciements

Je remercie vivement M. C. Descoins, Directeur de recherches à l'INRA, pour l'aide et les encouragements qu'il m'a apportés au cours de la rédaction de cette mise au point.

Summary

Antiappetant substances of natural origin

The possible use of the antiappetant substances contained in the plants for the biological control of the noxious insects gave rise to numerous works over the past few years.

This review is a list of the antiappetant substances of natural origin, the chemical structure of which has been set up.

Références bibliographiques

- ABBASSY M. A., EL-SHAZLI A., EL-GAYAR F., 1977. A new antifeedant to *Spodoptera littoralis* Boisd. (Lepid. Noctuidae) from *Acokanthera spectabilis* Hook. (Apocynaceae). *Z. Angew. Entomol.*, **83**, 317-322.
- AKESON W. R., HASKINS F. A., GORTZ H. J., MANGLITZ G. R., 1970. Feeding response of the sweetclover weevil to various sugars and related compounds. *J. Econ. Entomol.*, **63**, 1079-1080.
- ASAKAWA Y., ARATANI T., 1976. Sesquiterpènes de *Porella vernicosa* (Hepaticae). *Bull. Soc. Chim. France (Chim. Mol.)*, 1469-1470.
- ASAKAWA Y., TAKEMOTO T., TOYOTA M., ARATANI T., 1977. Sacculatal and isosacculatal, two new exceptional diterpenedials from the liverwort *Trichocoleopsis sacculata*. *Tetrahedron Letters*, 1047-1410.
- ASENJO C. F., MARIN L. A., TORRES W., CAMPILLO A., 1958. Termite-repellent activity and chemical composition of wood of the West-Indian mahogany (*Swietenia mahogany*) with special reference to the P_2 fraction. *J. Agr. Univ. Puerto Rico*, **42**, 185-195.
- BARNES C. S., LODER J. W., 1962. The structure of polygodial : a new sesquiterpene dialdehyde from *Polygonum hydropiper* L. *Aust. J. Chem.*, **15**, 322-327.
- BARTON D. H. R., CHEUNG H. T., CROSS A. D., JACKMAN L. M., MARTIN-SMITH M., 1961a. The constitution of clerodin. *Proc. Chem. Soc.*, 76-77.
- BARTON D. H. R., CHEUNG H. T., CROSS A. D., JACKMAN L. M., MARTIN-SMITH M., 1961b. Diterpenoid bitter principles. Part III. The constitution of clerodin. *J. Chem. Soc.*, 5061-5073.
- BATES R. B., MOREHEAD S. R., 1974. Structure of Nic-2, a major steroidal constituent of the insect repellent plant *Nicandra physaloides*. *J. Chem. Soc. Chem. Comm.*, 125-126.
- BECK S. D., 1956. Nutrition of the European cornborer, *Pyrausta nubilalis* (Hubner). IV. Feeding reactions of first instar larvae. *Ann. ent. Soc. Am.*, **49**, 399-405.
- BECK S. D., HANEC W., 1958. Effect of amino acids on feeding behaviour on the European corn borer *Pyrausta nubilalis* (Hübner). *J. Insect Physiol.*, **2**, 85-96.
- BECK S. D., KASKE E. T., SMISSMAN E. E., 1957. Quantitative estimation of the resistance factor, 6-methoxybenzoxazolinone, in corn plant tissue. *J. Agric. Fd. Chem.*, **5**, 933-935.
- BECK S. D., 1960. The European cornborer, *Pyrausta nubilalis* (Hübner) and its principal host plant. VII Larval feeding behaviour and host plant resistance. *Ann. ent. Soc. Am.*, **53**, 206-212.
- BEGLEY M. J., CROMBIE L., HAM P. J., WHITING D. A., 1972a. Terpenoid constituents of the insect repellent plant *Nicandra physaloides*; X-ray structure of a methyl steroid (Nic-3) acetate. *J. Chem. Soc. Chem. Comm.*, 1108.
- BEGLEY M. J., CROMBIE L., HAM P. J., WHITING D. A., 1972b. Constitution of four novel methyl steroid relatives (Ring-D-aromatic) from the insect repellent plant *Nicandra physaloides*; X-ray analysis of Nic-10. *J. Chem. Soc. Chem. Comm.*, 1250-1251.
- BENESOVA V., SAMEK Z., HEROUT V., SORM F., 1969. Isolation and structure of pinguisone from *Aneura pinguis* (L) Duon. *Collect. Czech. Chem. Comm.*, **34**, 582-592.
- BOTTGER G. T., SHEEHAN E. T., LUKEFAHR M. J., 1964. Relation of gossypol content of cotton plants to insect resistance. *J. Econ. Entomol.*, **57**, 283-285.
- BROOKS C. J. W., DRAFFAN G. H., 1969. Sesquiterpenoids of *Warburgia* species. II. Ugandensolide and ugandensidial (cinnamodial). *Tetrahedron*, **25**, 2887-2898.
- BUHR H., TOBALL R., SCHREIBER K., 1958. Effect of plant alkaloids on the development of larvae of the potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). *Entomol. Exptl. Appl.*, **1**, 209-224.
- BUTTERWORTH J. H., MORGAN E. D., 1968. Isolation of a substance that suppresses feeding in locusts. *Chem. Comm.*, 23-24.
- BUTTERWORTH J. H., MORGAN E. D., 1971. Investigation of the locust feeding inhibition of the seeds of the neem tree *Azadirachta indica*. *J. Insect Physiol.*, **17**, 969-977.
- BUTTERWORTH J. H., MORGAN E. D., PERCY G. R., 1972. The structure of azadirachtin., the functional groups. *J. Chem. Soc. Perkin Trans I*, 2445-2450.
- CANONICA L., CORBELLA A., JOMMI G., KREPINSKY J., 1967. The structure of cinnamolide, cinnamosmolide and cinnamodial, sesquiterpenes with drimane skeleton from *Cinnamosma fragrans* Baillon. *Tetrahedron Letters*, 2137-2141.
- CARRATALA R., 1939. Fatal intoxication by fruit from *Melia azedarach* L. *Rev. asoc. med. argentina.*, **53**, 338-340.
- CARREL J. E., EISNER T., 1974. Cantharidine : potent feeding deterrent to insects. *Nature*, **183**, 755-757.
- CHAPMAN R. F., 1974. The chemical inhibition of feeding by phytophagous insects : a review. *Bull. ent. res.*, **64**, 339-363.
- CHAUVIN R., 1946. Sur la substance qui, dans les feuilles de *Melia azedarach*, repousse les criquets. *C. R. Acad. Sci.*, **222**, 412-414.

- CHIKAMATSU H., TOMITA KOTAKE M. M., 1961. Isoboldine, a new alkaloid of *Nandina domestica*. *J. Chem. Soc. Japan.*, **82**, 1708-1712.
- CLEZY P. S., GELLERT E., LAU D. Y. K., NICHOL A. W., 1966. The alkaloids of *Beilschmiedia elliptica*. *Austral. J. Chem.*, **19**, 135-142.
- DALE D., 1973. Insect antifeedants. *Pesticides*, 16-17.
- DAHLMAN D. L., HIBBS E. T., 1967. Responses of *Empoasca fabae* (Homoptera Cicadellidae) to tomatine, solanine, leptine I, tomatidine, solanidine and demissidine. *Ann. ent. Soc. Am.*, **60**, 732-740.
- DOSKOTCH R. W., EL-FERALY F. S., FAIRCHILD E. H., HUANG C., 1976. Peroxyferolide : a cytotoxic germacranolide hydroperoxide from *Liriodendron tulipifera*. *J. C. S. Chem. Comm.*, 402-403.
- DOSKOTCH R. W., EL-FERALY F. S., FAIRCHILD E. H., HUANG C., 1977. Isolation and characterization of peroxyferolide, a hydroperoxy sesquiterpene lactone from *Liriodendron tulipifera*. *J. Org. Chem.*, **42**, 3614-3618.
- EL-FERALY F. S., MCPHAIL A. T., ONAN K. D., 1978. X-ray crystal structure of canellal, a novel antimicrobial sesquiterpene from *Canella winterana*. *J. C. S. Chem. Comm.*, 75-76.
- FEENY P., PAAUWE K. L., DEMONG N. J., 1970. Flea beetles and mustard oils : Host plant specificity of *Phyllotreta cruciferae* and *P. striolata* adults (Coleoptera = Chrysomelidae). *Ann. entomol. Soc. Am.* **63**, 832-841.
- FRAENKEL G., NAYAR J., NALBANDOV O., YAMAMOTO R. T., 1960. Further investigations into the chemical basis of the insect-hostplant relationship. *Verh. XI. int. Kongr. Ent., Wien.*, **3**, 122-126.
- GILBERT B. L., BAKER J. E., NORRIS D. M., 1967. Juglone (5-hydroxy 1,4-naphtoquinone) from *Carya ovata*, a deterrent to feeding by *Scolytus multistriatus*. *J. Insect. Physiol.*, **13**, 1453-1459.
- GILBERT B. L., NORRIS D. M., 1968. A chemical basis for bark beetle (*Scolytus*) distinction between host and non-host trees. *J. Insect. Physiol.*, **14**, 1063-1068.
- GILL J. S., 1972. Studies on insect feeding deterrents with special reference to the fruit extracts of the neem tree, *Azadirachta indica* A. Juss. Ph. D. Thesis, University of London.
- GILL J. S., LEWIS C. T., 1971. Systemic action of an insect feeding deterrent. *Nature*, **232**, 402-403.
- GIZYCKI F. V., KOTITSCHKE G., 1951. Nicandrin, a bitter principle isolated from *Nicandra physaloides*. *Arch. Pharm.*, **284**, 129-132.
- GOMBOS M., PFEIFER G., GASKO K., 1976. Insect feeding inhibitor. *Hung. Teljes. 11998-Brevet Chem. Abstr.*, **86**, 51594e.
- GORZ H. J., HASKINS F. A., MANGLITZ G. R., 1972. Effect of coumarin and related compounds on blister beetle feeding in sweet clover. *J. Econ. Ent.*, **65**, 1632-1635.
- GOTTLIEB O. R., 1972. Plant chemosystematics and phylogeny. III. Chemosystematics of the *Lauraceae*. Review. *Phytochemistry*, **11**, 1537-70.
- GRANICH M. S., HALPERN B. P., EISNER T., 1974. Gymnemic acids : secondary plant substances of dual defensive action. *J. Insect. Physiol.*, **20**, 435-439.
- HARLEY K. L. S., THORSTEINSON A. J., 1967. The influence of plant chemicals on the feeding behaviour, development, and survival of the two-striped grasshopper, *Melanoplus bivittatus* (Say), *Acrididae : Orthoptera*. *Can. J. Zool.*, **45**, 305-319.
- HOSOZAWA S., KATO N., MUNAKATA K., 1973. Diterpenoids from *Caryopteris divaricata*. *Phytochemistry*, **12**, 1833-1834.
- HOSOZAWA S., KATO N., MUNAKATA K., 1974a. Diterpenes from *Caryopteris divaricata*. *Phytochemistry*, **13**, 1019-1020.
- HOSOZAWA S., KATO N., MUNAKATA K., 1974b. Antifeeding active substances for insect in *Caryopteris divaricata* Maxim. *Agr. Biol. Chem.*, **38**, 823-826.
- HOSOZAWA S., KATO N., MUNAKATA K., 1974c. Absolute configuration of caryoptin and 3-epi-caryoptin. An exception in the exciton chirality method. *Tetrahedron Letters*, 3753-3756.
- HOSOZAWA S., KATO N., MUNAKATA K., CHEN Y. L., 1974d. Antifeeding active substances for insect in plant. *Agr. Biol. Chem.*, **38**, 1045-1048.
- HOSOZAWA S., KATO N., MUNAKATA K., 1974e. Diterpenoids from *Clerodendron calamitosum*. *Phytochemistry*, 308-309.
- HSIAO T. H., FRAENKEL G., 1968a. The role of secondary plant substances in the food specificity of the Colorado potato beetle. *Ann. ent. Soc. Am.*, **61**, 485-493.
- HSIAO T. H., FRAENKEL G., 1968b. Selection and specificity of the Colorado potato beetle for solanaceous and non solanaceous plants. *Ann. ent. Soc. Am.*, **61**, 493-503.
- HSIAO T. H., 1969. Chemical basis of host selection and plant resistance in oligophagous insects. *Entomologia exp. appl.*, **12**, 423-440.
- IRVINE F. R., 1961. Woody plants of Ghana, 512 et 525, Oxford University Press, London.
- ISHIKAWA S., 1962. Scientific Repts. Inst. Phys. Chem. Res. **38**, 567.
- ISHIWATARI K., KAWAGUCHI R., 1944. Components of *Persicaria hydropiper*. *J. Pharm. Soc. Japan*, **64**, 76-79.

- ISOGAI A., MURAKOSHI S., SUZUKI A., TAMURA S., 1973. Isolation from nutmeg of growth inhibitory substances to silkworm larvae. *Agr. Biol. Chem.*, **37**, 889-895.
- JERMY T., 1966. Feeding inhibitors and food preference in chewing phytophagous insects. *Ent. exp. et appl.*, **9**, 1-12.
- KATO N., SHIBAYAMA S., MUNAKATA K., KATAYAMA C., 1971. Structure of the diterpene clerodendrin A. *Chem. Comm.*, 1632-1633.
- KATO N., TAKAHASHI M., SHIBAYAMA M., NUMAKATA K., 1972. Antifeeding active substances for insects in *Clerodendron tricotomum* Thunb. *Agr. Biol. Chem.*, **36**, 2579-2582.
- KATO N., SHIBAYAMA M., MUNAKATA K., 1973a. Structure of the diterpene clerodendrin A. *J. C. S. Perkin I.*, 712-719.
- KATO N., MUNAKATA K., 1973b. Crystal and molecular structure of the p. bromobenzoate chlorohydrin of clerodendrin A. *J. C. S. Perkin II*, 69-73.
- KIM M., KOH H., OBATA T., FUKAMI H., ISHII S., 1976. Isolation and identification of trans aconitic acid as the antifeedant in barnyard grass against the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Homoptera : Delphacidae). *Appl. Entomol. Zool.*, **11**, 53-57.
- KRISHNAMURTI B., RAO D. S., 1950. Some important insect pests of stored grains and their control. *Bull. Agric. Coll. Research Inst. Mysore, Entomology. Ser.* **14**, 1-93.
- KUBO I., MIURA I., NAKANISHI K., 1976a. The structure of xylomollin, a secoiridoid hemiacetal acetal. *J. Amer. Chem. Soc.*, **98**, 6704-6705.
- KUBO I., LEE Y., PETTEI M., PILKIEWICZ F., NAKANISHI K., 1976b. Potent army worm antifeedants from the East African *Warburgia* plants. *J. C. S. Chem. Comm.*, 1013-1014.
- KUBO I., LEE Y. W., BALOGH-NAIR V., NAKANISHI K., CHAPYA A., 1976c. Structure of ajugarins. *J. C. S. Chem. Comm.*, 949-950.
- KUBO I., TANIS S. P., LEE Y. W., MIURA I., NAKANISHI K., CHAPYA A., 1976d. The structure of harrisonin. *Heterocycles*, **5**, 485-498.
- KUBO I., MIURA I., PETTEI M., LEE Y., PILKIEWICZ F., NAKANISHI K., 1977a. Muzigadial and warburganal, potent antifungal, antiyeast and African army worm antifeedant agents. *Tetrahedron Letters*, 4553-4556.
- KUBO I., MIURA I., NAKANISHI K., KAMIKAWA T., ISOBE T., KUBOTA T., 1977b. Structure of isodomedin, a novel ent-kaurenoid diterpene. *J. C. S. Chem. Comm.*, 555-556.
- KUBO I., NAKANISHI K., KAMIKAWA T., ISOBE T., KUBOTA T., 1977c. The structure of inflexin. *Chem. Letters*, **99**, 102.
- KUHN R., GAUHE A., 1947. Über die Bedeutung des Demissins für die Resistenz von *Solanum demissum* gegen die Larven des Kartoffelkäfers. *Z. Naturf.*, **2B**, 407-409.
- KUHN R., LÖW I., GAUHE A., 1950. Über das Alkaloid-glykosid von *Lycopersicum esculentum* var. *pruiniforme* und seine Wirkung auf die Larven des Kartoffelkäfers. *Chem. Ber.*, **83**, 448-452.
- KUHN R., LÖW I., 1955. Resistance factors against *Leptinotarsa decemlineata* Say, isolated from the leaves of wild *Solanum* species. In SEVAG M. G., REID R. D., REYNOLDS O. E. *Origins of resistance to toxic agents*, 122-132. Academic Press, New-York.
- LAVIE D., JAIN M. K., SHPAN-GABRIELITH S. R., 1967. A locust phagorepellent from two *Melia* species. *Chem. Comm.* 910-911.
- LODER J. W., 1962. Occurrence of the sesquiterpenes polygodial and guaial in the leaves of *Drimys lanceolata*. *Austral. J. Chem.*, **15**, 389-390.
- LICHTENSTEIN E. P., STRONG F. M., MORGAN D. G., 1962. Identification of 2-phenylisothiocyanate as an insecticide occurring in the edible part of turnips. *J. Agr. Food. Chem.*, **10**, 30-33.
- LICHTENSTEIN E. P., CASIDA J. E., 1963. Myristicin, and insecticide and synergist occurring naturally in the edible parts of parsnips. *J. Agr. Food Chem.*, **11**, 410-415.
- LUKEFAHR M. J., MARTIN D. F., 1966. Cotton-plant pigments as a source of resistance to the bollworm and tobacco budworm. *J. Econ. Entomol.*, **59**, 176-179.
- LUKEFAHR M. J., HOUGHTALING J. E., 1969. Resistance of cotton strains with high gossypol content to *Heliothis* spp. *J. Econ. Entomol.*, **62**, 588-591.
- MA W., 1972. Dynamics of feeding responses in *Pieris brassicae* Linn. as a function of chemosensory input : behavioural, ultrastructural and electrophysiological study. *Meded. Landhoogeschool Wageningen*, **72**, (11), 162 p.
- McMILLIAN W. W., BOWMAN M. C., BURTON R. L., STARKS K. J., WISEMAN B. R., 1969. Extract of Chinaberry leaf as a feeding deterrent and growth retardant for larvae of the corn earworm and fall armyworm. *J. Econ. Entomol.*, **62**, 708-710.
- MATSUI K., MUNAKATA K., 1975. The structure of piperenone, a new insect-antifeedant substance from *Piper futokadzura*. *Tetrahedron Letters*, 1905-1908.
- MATSUI K., WADA K., MUNAKATA K., 1976a. Insect antifeeding substances in *Parabenzoin praecox* and *Piper futokadzura*. *Agr. Biol. Chem.*, **40**, 1045-1046.
- MATSUI K., MUNAKATA K., 1976b. The structure of piperenone. *Agr. Biol. Chem.*, **40**, 1113-1118.

- MATSUI K., FUKUYAMA K., TSUKIHARA K., TSUKIHARA T., KATSUBEI I., MUNAKATA K., 1976c. A structure analysis of a bromoacetate of hydroxypiperenone by the X-ray diffraction method. *Bull. Chem. Soc. Japan.*, **49**, 62-65.
- MATSUMOTO Y., 1962. A dual effect of coumarin, olfactory attraction and feeding inhibition, on the vegetable weevil adult, in relation to the uneatability of sweetclover leaves. Studies on the host plant determination of the leaf-feeding insects. VI. *Jap. J. appl. Ent. Zool.*, **6**, 141-149.
- MEINWALD J., PRESTWICH G. D., NAKANISHI K., KUBO I., 1978. Chemical Ecology : Studies from East-Africa. *Science*, **199**, 1167-1173.
- MEISNER J., WYSOKIM M., TELZAK L., 1976. Gossypol *Boarmia* (Ascotis) *selenaria* as phagodeterrent for larvae. *J. Econ. Entomol.*, **69**, 683-685.
- MEISNER J., ASCHER K. R. S., ZUR M., 1977. Phagodeterrence induced by pure gossypol and leaf extracts of a cotton strain with high gossypol content in the larva of *Spodoptera littoralis*. *J. Econ. Entomol.*, **70**, 149-150.
- MITRA C. R. 1963. « Neem », Indian Central Oil Seed Committee, Himayatnagar, Hyderabad.
- MONTGOMERY M. E., ARN H., 1974. Feeding response of *Aphis pomi*, *Myzus persicae* and *Amphorophora agathonica* to phlorizin. *J. Insect Physiol.*, **20**, 413-421.
- MORGAN E. D., THORTON M. D., 1973. Azadirachtin in the fruit of *Melia azedarach*. *Phytochemistry* **12**, 391-392.
- MUNAKATA K., 1975. Insect antifeeding substances in plant leaves. *Pure Appl. Chem.*, **42**, 57-66.
- MUNAKATA K., 1977a. Insect antifeedants of *Spodoptera litura* in plants, ACS Symp Ser. N° 62. Host Plant resistance to pests, 185-196. Paul A. Hedin, Editor.
- MUNAKATA K., 1977b. Insect feeding deterrents in plants. In Shorey H. H. McKelvey J. J., *Chemical Control of Insect Behavior : Theory and Application*, 93-102. John Wiley and Sons, Inc.
- NAKANISHI K., KOREEDA M., SASAKI S., CHANG M. L., HSU H. Y., 1966. Insect hormones. The structure of ponasterone A, an insect-moulting hormone from the leaves of *Podocarpus nakai* Hay. *Chem. Comm.*, 915-917.
- NAKANISHI K., 1975. Structure of the insect antifeedant azadirachtin, *Recent adv. Phytochem.*, **9**, 283-298.
- NALBANDOV O., YAMAMOTO R. T., FRAENKEL G., 1964. Nicandrenone, a new compound with insecticidal properties isolated from *Nicandra physalodes*. *J. Agr. Food. Chem.*, **12**, 55-59.
- NAULT L. R., STYER W. E., 1972. Effects of sinigrin on host selection by aphids. *Entomol. exp. appl.*, **15**, 423-437.
- NAYAR J. K., FRAENKEL G., 1963. The chemical basis of the host selection in the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis* (Coleoptera, Coccinellidae). *Ann. ent. Soc. Am.*, **56**, 174-178.
- NIELSEN J. K., LARSEN L. M., SORENSEN H., 1977. Cucurbitacin E and I in *Iberis amara* : feeding inhibitors for *Phyllotreta nemorum*. *Phytochemistry*, **16**, 1519-1522.
- NORRIS D. M., 1970. Quinol stimulation and quinone deterrence of gustation by *Scolytus multistriatus* (Coleoptera : Scolytidae). *Ann. ent. Soc. Am.*, **63**, 476-478.
- NORRIS D. M., BAKER J. E., BORG T. K., FERKOVITCH S. M., ROZENTAL J. M., 1970. An energy-transduction mechanism in chemoreception by the bark beetle, *Scolytus multistriatus*. *Contr. Boyce Thompson Inst. Pl. Res.*, **24**, 263-274 (In *Chem. Abstr.*, **74**, 108801d).
- OHSUKA A., 1962. The structure of tadeonal, a component of the bitter principle of *Polygonum hydropiper*. *J. Chem. Soc. Jap.*, **83**, 757-760.
- OHSUKA A., 1963. The studies on the components of tade *Polygonum hydropiper*. *J. Chem. Soc. Jap.*, **84**, 748-752.
- PAUL I. C., SIM G. A., HAMOR T. A., ROBERTSON J. M., 1962. The structure of clerodin : X-ray analysis of clerodinbromolactone. *J. Chem. Soc.* 4133-4145.
- PRADHAN S., JOTWANI M. G., RAI B. K., 1962. The neem seed deterrent to locusts. *Indian Fmg.* **12** (8) 7-11.
- PRADHAN S., JOTWANI M. G., 1968. Neem as insect deterrent. *Chem. Age India.*, **19**, 756-760.
- REHR S. S., JANZEN D. H., FEENY P. P., 1973. L-Dopa in legume seeds : a chemical barrier to insect attack. *Science N. Y.* **181**, 81-82.
- RUDMAN P., GAY F. J., 1961. Causes of natural durability in timber. VI. Measurement of antitermite properties of anthraquinones from *Tectona grandis* by a rapid semi-micromethod. *Holz-forschung.*, **15**, 117-120.
- RUDMAN P., GAY F. J., 1963. Causes of natural durability in timber. X. Deterrent properties of some three-ringed carboxylic and heterocyclic substances to the subterranean termite, *Nasutitermes exitiosus*. *Holz-forschung.*, **17**, 21-25.
- RUSCOE C. N. E., 1972. Growth disruption effects of an insect antifeedant. *Nature (London)*, *New Biol.*, **236**, 159-160.
- SCHOONHOVEN L. M., DERKSEN-KOPPERS I., 1973. Effects of secondary plant substances on drinking behaviour in some Heteroptera. *Entomol. exp. appl.*, **16**, 141-145.

- SHAVER T. N., LUKEFAHR M. J., GARCIA J. A., 1970. Food utilization, ingestion and growth of larvae of the bollworm and tobacco budworm on diets containing gossypol. *J. Econ. Entomol.*, **63**, 1544-1546.
- SHINHA N. P., GULALI K. C., 1965. Neem seed cake as a source of pest control chemical. III. Repellency against locusts. *Proc. natn. Acad. Sci. India. Sect. B.*, **35**, 338-342.
- SHOPRA R. M., 1958. « Indigenous drugs of India » 2nd ed. p. 360, Dhur, Calcutta.
- SHPAN-GABRIELITH S. R., 1965. Proceedings XII. Congress on Entomology. Section 9a : Agricultural entomology, 549. London.
- SIM G. A., HAMOR T. A., PAUL I. C., ROBERTSON J. M., 1961. The structure of clerodin. *Proc. Chem. Soc.*, 75-76.
- SMISSMAN E. E., LAPIDUS J. B., BECK S. D., 1957. Isolation and synthesis of an insect resistance factor from corn plants. *J. Amer. Chem. Soc.*, **79**, 4697-4698.
- STURCKOW B., LOW I., 1961. The Effects of some solanaceous alkaloidal glycosides on the Colorado potato beetle. *Entomol. Exptl. et Appl.*, **4**, 133-142.
- TEROFAL F., 1965. Zum Problem der Wirtsspezifität bei Pieriden (Lep.) unter besonderer Berücksichtigung der einheimischen Arten *Pieris brassicae* L., *P. napi* L. und *P. rapae* L. *Mitt. Muenchner Entomol. Ges.*, **55**, 1-76.
- THORSTEINSON A. J., 1960. Host selection in phytophagous insects. *Ann. Rev. Entomol.*, **5**, 193-218.
- TOMITA M., FUJIE M., 1962. Alkaloids of berberidaceous Plants. XXXIII. Alkaloids of *Nandina domestica* var. *shinananten*. *J. Chem. Soc. Japan.*, **82**, 1457-1458.
- TOSHIO I., YASUHIRO H., SHOICHI N., 1975. Deterrent effect of soybean meal on feeding of the silkworm *Bombyx mori*. *J. insect. Physiol.*, **21**, 995-1006.
- TSCHESCHE R., WELZEL P., MOLL R., LEGLER G., 1964. Über 2 alkaloide aus der Rinde von *Symplocos celastriina* Mart. *Tetrahedron.*, **20**, 1435-1447.
- VOKAC K., ZAMEK Z., HEROUT V., SORM F., 1968. The structure of artabsin and absinthin. *Tetrahedron Letters*, 3855-3857.
- VOLKONSKY M., 1937a. Sur un procédé nouveau de protection des cultures contre les acridiens. *C. R. Soc. Biol. Paris.*, **127**, 417-418.
- VOLKONSKY M., 1937b. Sur l'action acridifuge des extraits de feuilles de *Melia azedarach*. *Arch. Inst. Pasteur Alger.*, **15**, 427-432.
- WADA K., MUNAKATA K., 1968a. Naturally occurring insect control chemicals. Isoboldine, a feeding inhibitor and cocculolidine, an insecticide in the leaves of *Cocculus trilobus*. *J. Agr. Food Chem.*, **16**, 471-474.
- WADA K., ENOMOTO Y., MATSUI K., MUNAKATA K., 1968b. Insect antifeedants from *Parabenzoin trilobum* I. Two new sesquiterpenes, shiromodiol-diacetate and -monoacetate. *Tetrahedron Letters*, 4673-4676.
- WADA K., MUNAKATA K., 1968c. Insect antifeedants from *Parabenzoin trilobum* II. The absolute configuration of shiromodiol-diacetate. *Tetrahedron Letters*, 4677-4680.
- WADA K., MATSUI K., ENOMOTO Y., OGISO O., MUNAKATA K., 1970a. Insect feeding inhibitors in plants. Part I. Isolation of three new sesquiterpenoids in *Parabenzoin trilobum* Nakai. *Agr. Biol. Chem.*, **34**, 941-945.
- WADA K., ENOMOTO Y., MUNAKATA K., 1970b. Insect feeding inhibitors in plants. II. Structures of shiromodiol diacetate, shiromool and shiromodiol monoacetate. *Agr. Biol. Chem.*, **39**, 946-953.
- WADA K., MUNAKATA K., 1971. Insect feeding inhibitors in plants. III. Feeding inhibitory activity of terpenoids in plants. *Agr. Biol. Chem.*, **35**, 115-118.
- WATT J. M., BREYER-BRANDWIJK M. G., 1962. The medicinal and poisonous plants of Southern and Eastern Africa, 745 (2nd Edit.) E. and S. LIVINGSTONE Ltd, London.
- YAJIMA T., KATO N., MUNAKATA K., 1977. Isolation of insect antifeeding principles in *Orixa japonica* Thunb. *Agric. Biol. Chem.*, **41**, 1263-1268.
- ZANNO P. R., MIURA I., NAKANISHI K., ELDER D. L., 1975. Structure of the insect phagorepellent azadirachtin. Application of PRFT/CWD carbon -13 nuclear magnetic resonance. *J. Amer. Chem. Soc.*, **97**, 1975-1977.
-

Typhlodromini du Vaucluse, avec description de trois espèces nouvelles (Arachnides, Gamasides, Phytoseiidae)

Claire ATHIAS-HENRIOT *

Station biologique, 24620 Les Eyzies (France)

Résumé

Des quatre espèces de *Typhlodromini* de l'Avignonnais que j'ai examinées, l'une appartient au groupe *Rhenanus* du genre *Anthoseius* De Leon, 1959 et ne peut être nommée en raison de l'état chaotique de la littérature zoologique relative à ce groupe. Les trois autres sont nouvelles : *Anthoseius oligadenus* (groupe *Tiliae*), *Paraseiulus (Bawus) ostiolatus* et *P. (Paraseiulus) minutus*.

Les typhlodromes étudiés font partie d'une collection d'arthropodes planticoles obtenue par échantillonnage de végétaux ligneux dans des vergers négligés, situés dans une île du Rhône, La Barthelasse (F/1761), et proches d'Avignon (84-F). Les Phytoseiidae qui m'ont été soumis ont été récoltés entre juillet 1975 et avril 1977. Les *Amblyseiini* de cette collection font l'objet de notes séparées (Athias-Henriot, 1976, 1978) ; en voici la liste : *Amblyseius potentillae* (Garman, 1958), *Cydnodromus californicus* (McGregor, 1954) sensu Athias-Henriot, 1976, *C. baticola* Athias-Henriot, 1976, *Dictyonotus fauveli* Athias-Henriot, 1978, *D. insularis* Athias-Henriot, 1978, *Euseius finlandicus* (Oudemans, 1915) et *Kampimodromus aberrans* (Oudemans, 1930).

C'est sur la demande de mon collègue G. Fauvel que j'ai étudié les Phytoseiidae de La Barthelasse ; je le remercie de sa confiance.

La nomenclature descriptive est celle qui a été utilisée précédemment (*op. cit.*) ; pour la face dorsale, j'ai donné une mise au point en 1975.

Les holotypes et des spécimens de référence sont déposés au Musée d'Histoire Naturelle de Genève. De tels spécimens se trouvent également à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, *Anthoseius* sp. (fig. 5, 9 à 11).

Il n'est pas possible de nommer cette espèce voisine d'*A. rhenanus* (Oudemans, 1905) ; pour les domaines holarctique et éthiopo-malgache, il existe au moins une cinquantaine de descriptions spécifiques, dont un certain nombre pourrait convenir à l'espèce du Vaucluse ; d'autres sont inadéquates et/ou dépourvues d'arguments diagnostiques. Cette confusion et ce blocage du progrès des connaissances qui étaient aisément prévisibles depuis plusieurs années ne permettent pas de déterminer si la présente espèce a déjà été décrite ou non.

La brièveté de la présente note ne permet pas d'y inclure la longue liste des noms des typhlodromes appartenant au groupe *Rhenanus*, compilée dans la littérature.

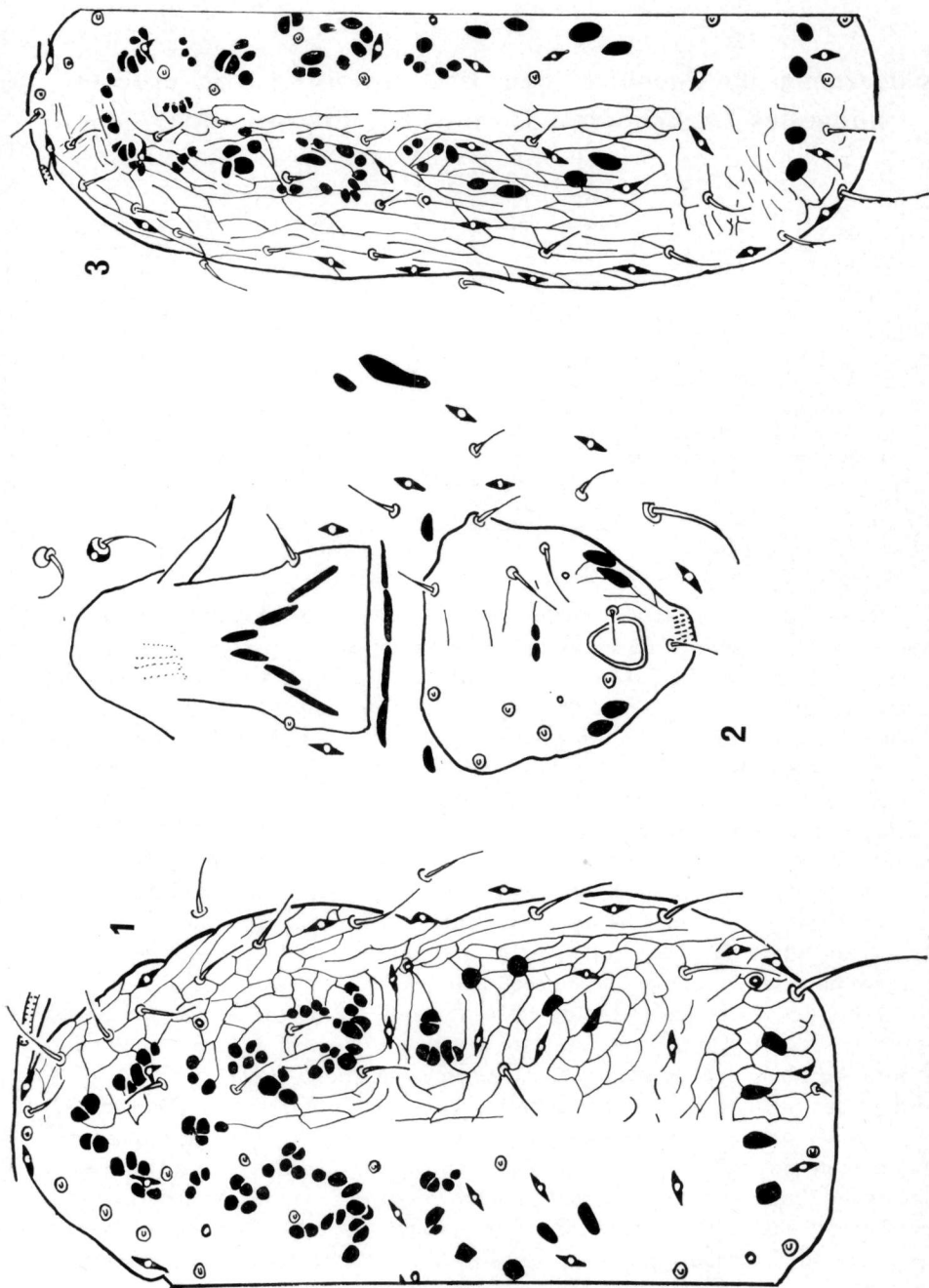


FIG. 1-3. — ♀♀, Idiosome ; 1, 3. Dorsalement ; 2. Régions génitale et opisthogastrique ; 1, 2. *Anthoseius oligadenus* n. sp. ; 3. *Paraseius minutus* n. sp.

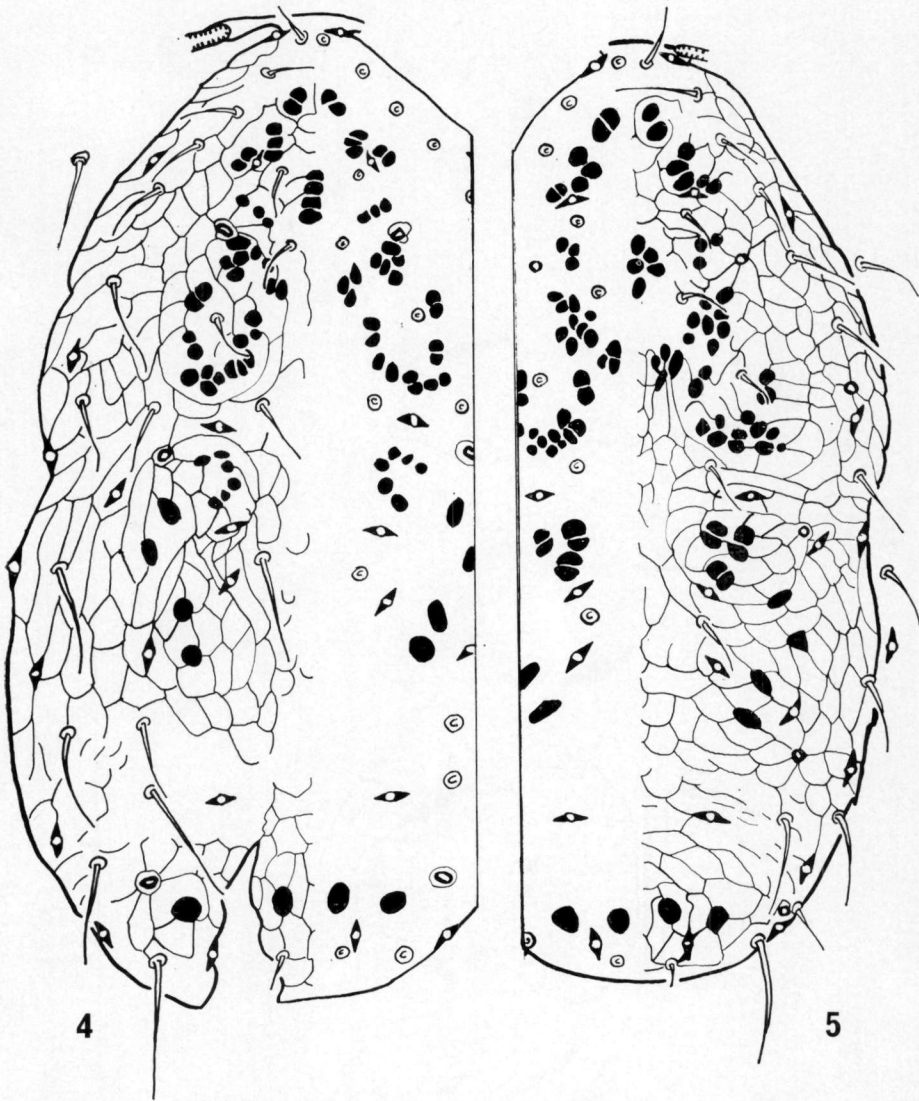


FIG. 4-5. — ♀♀, Idiosome, dorsalement ; 4. *Paraseiulus ostiolatus* n. sp. ; 5. *Anthoseius* sp. groupe *Rhenanus* (v. texte).

Voici quelques compléments aux figures 5, 9 à 11 : doigt mobile bidenté, doigt fixe tridenté ; $stIV > sgeIV > stilV$; $stIV$ mousse apicalement, long comme deux fois son basitarse ; tIV : $110\ \mu m$; au génual 2, verticilles proximal et distal respectivement tétra- et tritrichosiques.

Assez commun à La Barthelasse sur *Fraxinus* sp., de mai à juillet.

L'organotaxie idiosomale *Anthoseius oligadenus* n. sp., femelle (fig. 1, 2, 12, 13) est identique à celle d'*A. tiliae* (Oudemans, 1929), à l'exception de la déficience de $gd8$. Il semble que dans le groupe *Tiliae* cette mériadénie n'ait jusqu'à présent été

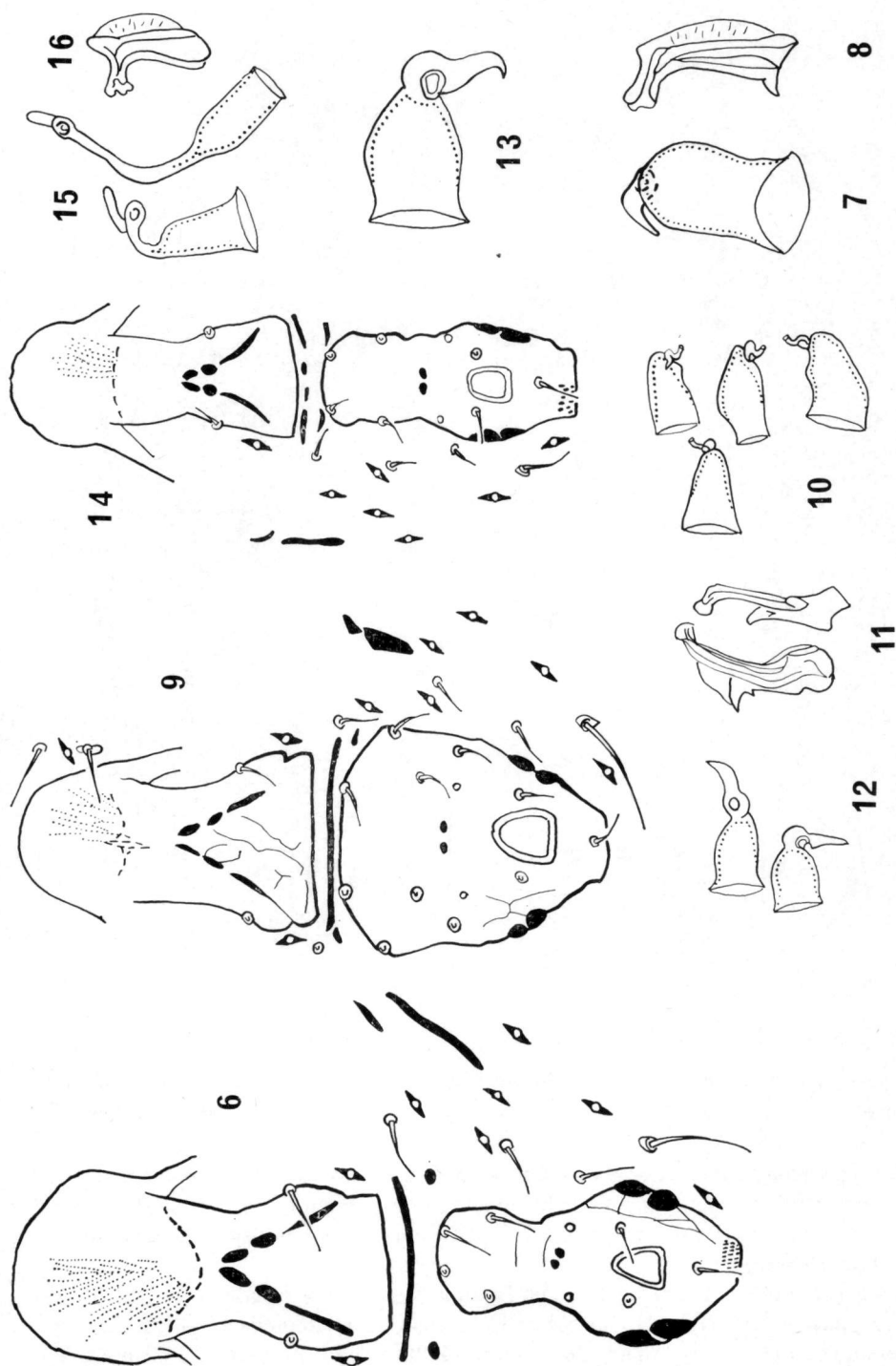


FIG. 6-16-6, 7, 9, 10, 12 à 15. — ♂♂ : 8, 11, 16, ♂♂ : 6, 9, 14. Régions génitale et opisthogastrique : 7, 10, 12, 13, 15. Canal adducteur, trivium et calice ; 8, 16. Spermatostyle ; 6 à 8. *Paraseiulus ostiolatus* n. sp. ; 9 à 11. *Anthoseius* sp., groupe *Rhenanus* (v. texte) ; 11. Doigt mobile ; 12, 13. *A. oligadenus* n. sp. ; 14 à 16. *Paraseiulus minutus* n. sp.

notée que chez *A. tubifer* (Wainstein, 1961) et *A. rarus* (Wainstein, 1961), tous deux du sud de l'U.R.S.S. ; *A. oligadenus* diffère du second par les poils dorsaux plus longs et du premier par la forme du calice (Abbasova, 1970 : fig. 13, 14).

Face dorsale — Adénotaxie quadridéficente (perte de gd_1 , gd_4 , gd_5 , gd_8). Solénostomes de gd_2 , gd_6 , gd_9 comparativement grands. Réticulation dorsale peu accentuée, obsolescente parasagittalement. Poils simples ; s_5 atteint is_1 ; Z_4 dépasse gd_9 ; idm_1 antérieure à et proche de gd_6 ; apex du péritrème peu distant de id_1 .

Face ventrale — Poil v_3 tylochore. Postérieurement à v_5 , bords latéraux de l'épigyne à peine divergents ; bord postérieur de ce scutum rectiligne, plus court que la largeur du scutum opisthogastrique dans sa région antérieure ; $sgpa$ tylochore. Scutum opisthogastrique subpentagonal, légèrement plus long que large, nettement plus large antérieurement qu'à hauteur de gv_3 ; solénostome de cette glande simple, situé entre le sigille préanal et $saXIII$.

Appareil d'insémination — Accessus indistinct. Canal adducteur court et massif. Trivium très épais, largement coalescent à la base du calice. Embolus comparativement très grand. Calice semi-rigide, cupuliforme, un peu plus long que son diamètre distal.

Gnathosome et pattes — Mors mobile unidenté ; mors fixe paucidenté. Au généal II, verticille distal tétratrichosique, verticille proximal tritrichosique ; $stIV$ simple, subégal à 1,5 fois la longueur de son basitarse ; $sgelV$ et $stilV$ faiblement différenciés, subégaux entre eux ; $tIV = 98 \mu m$.

Dimorphisme sexuel - Mâle inconnu.

Holotype — Une femelle (AN 847), verger Coppeau. 09.06.1976. *Fraxinus* sp., galles d'ériophyides.

Autre spécimen — Une femelle de même provenance que l'holotype. 19.05.1976.

Cette espèce diffère des autres *Paraseiulus* (*Bawus*) *ostiolatus* n. sp. (fig. 4, 6 à 8) membres du sous-genre *Bawus* Merwe 1968, (*P. amaliae* (Ragusa et Swirski, 1976), de Sicile, *P. subsoleiger* Wainstein, 1962, du sud de l'U.R.S.S. et d'Asie Centrale, *P. talbii* (Athias-Henriot, 1960), d'Algérie) par la plus grande longueur de la plupart des poils dorsaux. Les trois espèces précitées pourraient être synonymes. Je renvoie à leurs descriptions pour la sémiologie du sous-genre *Bawus* (organotaxie idiosomale, forme et chétotaxie du scutum opisthogastrique, chélicère, appareil d'insémination, dimorphisme sexuel).

Face dorsale — Réticulation extensive, interrompue entre Z_3-Z_3' , Z_4-Z_4' et parasagittalement entre sal et la hauteur de idm_4 , dense, formant un cadre arrondi autour de $saV-saVI$ et de $gd_6-sg-idm_2$. Adénotaxie quadridéficente (gd_1 , gd_4 , gd_5 , gd_8). Solénostomes glandulaires hypertrophiés, ourlés. Apex péritrémal à hauteur de j_2 .

Face ventrale — Poil v_3 gymnochore. A l'épigyne, limbe relativement très grand ; ses canalicules intralamellaires longs et denses ; bord latéral convexe à hauteur de v_5 ; bord postérieur droit, un peu plus long que la largeur de la dilatation antérieure du scutum opisthogastrique. Ce dernier est nettement plus dilaté au niveau des sigilles périanaux que celui des femelles des autres membres du sous-genre *Bawus*. Solénostome de gv_3 petit, simple, postérieur à V_2 , antiaxial et légèrement postérieur au sigille préanal, submarginal. Sigille $sgpa$ libre. Sigille inguinal principal très long, étroit.

Pattes — Au généal II, les verticilles distal et proximal ont, respectivement, cinq et trois poils. Vibrisse $stIV$ à peine différenciée ; $tIV = 89 \mu m$.

Appareil d'insémination — Accessus indistinct. Canal adducteur simple, fin. Trivium libre, relativement petit, non décentré par rapport à l'axe du calice. Calice campaniforme, légèrement plus long que son diamètre distal.

Dimorphisme sexuel — Scutum opisthogastrique du mâle libre ; deux poils préanaux hoplochores. Spermatostyle coudé.

Rapport des sexes — Parmi les adultes, la dominance numérique des mâles est de 13 p. 100.

Holotype — Une femelle (AN 448), verger Bernard. 19.09.1976. *Ulmus* sp.

Distribution — Commun à La Barthelasse sur *Ulmus* sp., *Rubus* sp. et *Fraxinus* sp., de mars à septembre.

Le sous-genre *Paraseiulus* Muma, *Paraseiulus* (*Paraseiulus*) *minutus* n. sp. (fig. 3 14 à 16), 1961, est caractérisé par l'absence du poil Z3, la structure de l'appareil d'insémination et la présence de deux poils préanaux hoplochores dans les deux sexes. *P. minutus* diffère des autres membres du sous-genre (*P. erevanicus* Wainstein et Arutunian, 1967, de Géorgie (U.R.S.S.), *P. incognitus* Wainstein et Arutunian, 1967, d'U.R.S.S., *P. soleiger* (Ribaga, 1902), d'Europe méridionale et d'Asie centrale), par les proportions du scutum dorsal, la brièveté des poils et la forme du calice ; chez *P. incognitus* et *P. erevanicus*, ce dernier est conique ; chez *P. soleiger*, il comporte une région proximale rétrécie, mais celle-ci est proportionnellement beaucoup plus courte que chez *P. minutus*.

Face dorsale — Bords latéraux du scutum subparallèles entre s4 et id13 ; rapport longueur/largeur supérieur à celui des autres espèces du sous-genre. Microsculpture longitudinale, sauf postérieurement au niveau de S4, où ce qui en subsiste est transversal ; l'ornementation comporte en outre de fines stries longitudinales. Monoadénie par sextidéficence ; gd6 seule présente, équidistante de id6 et de idm1 ; idm2 antérieure à J2, distante du poil ; idm3 proche de J2, très antérieure (et paraxiale) à idx ; idm4 paraxiale à Z4, plus proche de la ligne sagittale que du poil. Apex péritréal à hauteur de id1 ou de j2.

Face ventrale — Organes v3, v4 et iv3 gymnochores. A l'épigyne, limbe plutôt grand ; bords latéraux subrectilignes et divergents postérieurement à v5 ; bord postérieur droit ou faiblement récurvé, approximativement aussi long que la largeur du scutum opisthogastrique à hauteur de l'anus. Ce scutum est lisse, beaucoup plus long que large, non dilaté à hauteur des poils préanaux, modérément dilaté à celle des sigilles périanaux. Solénostome de gv3 petit et simple, submarginal, postéro-antiaxial au sigille préanal. V4 à hauteur du bord antérieur de l'anus ; celui-ci distant du bord postérieur du scutum. Sigille sgpa libre, baculiforme ; sigille inguinal principal également baculiforme.

Gnathosome et pattes — Chélicère paucidentée. Au génual II, verticilles proximal et distal respectivement tétra- et ditrichosiques. Poils des pattes brefs. Pas de vibrisses ; tIV = 57 μ m.

Appareil d'insémination — Accessus indistinct. Canal adducteur très court. Trivium proportionnellement petit, subglobuleux. Calice comprenant une longue portion tubulaire proximale et une dilatation distale subcylindrique.

Dimorphisme sexuel — Chez le mâle, solénostome de gd6 hypertrophié, scutum opisthogastrique libre ; quatre poils V dont trois hoplochores ; spermatostyle épais, coudé, tronqué-lobé distalement ; tIV = 52 μ m.

Rapport des sexes — Parmi les adultes, la dominance numérique des mâles dépasse à peine 20 p. 100.

Holotype — Une femelle (AN 558), verger Coppeau. 19.05.1976. *Fraxinus* sp., galles d'ériophyides.

Distribution — Commun à La Barthelasse, sur *Fraxinus* sp., de mai à juillet.

Reçu pour publication en octobre 1978.

Summary

Typhlodromini from Vaucluse with description of three new species (Arachnida, Gamasida, Phytoseiidae)

Among arthropods collected from 1975 till 1977 in aerial parts of trees in neglected orchards near Avignon (Vaucluse), four typhlodromine species are present. One belongs to the *Rhenanus*-group of the genus *Anthoseius* De Leon, 1959 ; it cannot be given a name owing to the chaotic condition of the zoological literature bearing on this group. Three species are newly described : *Anthoseius oligadenus* (Tiliae-group), *Paraseiulus* (*Bawus*) *ostiolatus* and *P. (Paraseiulus) minutus*.

Références bibliographiques

- ABBASOVA E. D., 1970a. Little known and new species of predatory mites from the Phytoseiidae of the fauna of Azerbaijan. *Zool. J.*, **49** (1), 45-55.
- ATHIAS-HENRIOT C., 1960. Phytoseiidae et Aceoseiidae (Acarina, Gamasina) d'Algérie. IV. Genre *Typhlodromus* Scheuten, 1857. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nd.*, **51**, 62-107.
- ATHIAS-HENRIOT C., 1975. Nouvelles notes sur les *Amblyseiini*. II. Le relevé organotaxique de la face dorsale adulte (Gamasides Protoadéniques, Phytoseiidae). *Acarologia*, **17** (1), 21-29.
- ATHIAS-HENRIOT, C., 1976. Nouvelles notes sur les *Amblyseiini*. III. Sur le genre *Cydnodromus* : redéfinition, composition (Parasitiformes, Phytoseiidae). *Entomophaga*, **22** (1), 61-73.
- ATHIAS-HENRIOT C., 1978. Définition de *Dictyonotus* n. g., avec description de deux espèces nouvelles de France méridionale (Gamasides, Phytoseiidae). *Entomophaga*, **23** (2), 189-194.
- RAGUSA S., SWIRSKI E., 1976. Notes on predacious mites of Italy, with a description of two new species and of an unknown male (Acarina : Phytoseiidae). *Redia*, **59**, 179-196.
- WAINSTEIN B. A., 1961. Nouvelles espèces d'acarides du genre *Typhlodromus* (Parasitiformes, Phytoseiidae) (RU). *Tr. Inst. Zool. AN Gruz. SSR*, **18**, 153-161.
- WAINSTEIN B. A., 1962. Some new predatory mites of the family Phytoseiidae (Parasitiformes) of the U. S. S. R. fauna. *Rev. Entomol. URSS*, **41** (1), 230-240.
- WAINSTEIN B. A., 1976. A new Tribe of the family Phytoseiidae (Parasitiformes). *Zool. J.*, **40** (5), 696-700.
- WAINSTEIN, B. A., ARUTUNIAN E. S., 1967. New species of predatory mites from the general *Typhlodromus* Scheuten and *Paraseiulus* Muma (Parasitiformes, Phytoseiidae). *Zool. J.*, **46** (12), 1764-1770.

Chronique des Livres

MILL P. J. — *Structure and function of proprioceptors in the invertebrates*. Chapman and Hall, Londres, 1976, 686 p.

Cet ouvrage est le premier qui soit consacré uniquement aux propriocepteurs chez les invertébrés, c'est-à-dire à ces mécanorécepteurs qui commandent le mouvement, la posture et la tension du corps de l'animal. Une synthèse des connaissances actuelles dans ce domaine de la zoologie qui progresse rapidement permet d'avoir un aperçu sur l'ensemble du mécanisme de contrôle de la posture et du mouvement chez les Invertébrés et, par analogie, chez les animaux « supérieurs ». Le premier chapitre décrit les récepteurs placés à la surface du corps qui peuvent être définis comme des propriocepteurs. Les chapitres suivants traitent de la proprioception chez les Invertébrés en général puis chez les crustacés. Les propriocepteurs des invertébrés à corps mou occupent un chapitre et deux chapitres sont consacrés à la détection des accélérations linéaires et angulaires. L'ouvrage se termine sur l'étude des aspects plus généraux du sujet tels que le rôle des propriocepteurs dans le comportement, le traitement de l'information proprioceptive et le devenir de cette information lorsqu'elle atteint le système nerveux central.

Outre les chercheurs, les étudiants de 2^e et 3^e année en neurophysiologie, neurobiologie et physiologie sensorielle trouveront là un travail utile et fascinant.

GANS C., DAWSON W. R. — *Biology of the Reptilia*, vol. 5. Physiology A. Academic Press, London, New York, San Francisco, 1976, 556 p.

Cet ouvrage fait partie d'un ensemble de plusieurs volumes qui couvrira toute la biologie des reptiles : morphologie, physiologie, embryologie, comportement et écologie. Le volume V, Physiologie pt A, est consacré aux grandes fonctions et met en particulier l'accent sur le métabolisme, la circulation, la respiration, la balance acide-base, l'excrétion et la régulation osmotique. Il donne aussi des indications sur le maintien en élevage de ces animaux et les méthodes expérimentales d'étude.

Les différents auteurs mettent en lumière les nombreuses similitudes et différences existant dans les caractéristiques physiologiques des représentants des plus importants groupes de reptiles. Des comparaisons sont établies avec les vertébrés supérieurs et dans de nombreux chapitres les faits sont placés dans une perspective évolutive.

Cet exposé clair des caractéristiques des fonctions chez les reptiles constitue une bonne base pour comprendre plusieurs traits de leur comportement et de leur écologie. Les auteurs prennent aussi en considération l'importance générale des reptiles dans la recherche physiologique.

La table des matières est la suivante : C. Gans, W. R. Dawson : Reptilian physiology : an overview. H. S. McDonald : Methods for the physiological study of reptiles. A. F. Bennet, W. R. Dawson : Metabolism. S. C. Wood, C. J. M. Lenfant : Respiration : mechanisms, control and gas exchange. F. N. White : Circulation. B. J. Howell, H. Rahn : Regulation of acid-base balance in reptiles. P. J. Bentley : Osmoregulation. W. A. Dunson : Salt glands in reptiles. W. H. Dantzler : Renal function (with special emphasis on nitrogen excretion). Index.

CURIO E. — *The ethology of predation*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1976, 250 p.

Le phénomène de la prédation a fasciné biologistes et amateurs depuis les commencements de l'histoire naturelle. L'auteur présente un ensemble détaillé d'observations et de travail expérimental sur les méthodes de recherche, de capture et de mise à mort des prédateurs animaux. L'attention est attirée sur les progrès les plus récents qui ont été enregistrés dans la compréhension des rapports complexes qui existent entre le comportement prédateur et les caractéristiques de la proie. La connaissance des moyens par lesquels les prédateurs exercent une pression de sélection sur leur proie permettra d'évaluer plus complètement que cela n'avait été possible jusqu'ici la nature d'une des forces majeures de l'évolution. La sélection des thèmes traités dans une vaste documentation bibliographique met l'accent sur le comportement du prédateur en tant qu'animal mature et sur les sujets qui lient

les résultats de l'éthologie et l'écologie moderne, c'est-à-dire la théorie de l'approvisionnement optimal. Les mécanismes anti-prédateurs des animaux proies sont traités du point de vue de l'adaptation du comportement prédateur.

GILBERT N., GUTIERREZ A. P., FRAZER B. D., JONES R. E. — *Ecological relationships*. W. H. Freeman & Co, Reading, England, San Francisco Calif., 1976, 156 p.

Les périodiques écologiques sont pleins de théories sur la dynamique des populations, la stabilité des populations, la stabilité de l'écosystème et les relations prédateur-proie basées uniquement sur les travaux de laboratoire ou la spéculation. Les auteurs ajoutent souvent la réserve que leur théorie aurait besoin d'être testée sur le terrain, mais cela se produit rarement. Certains écologistes même prétendent que la complexité des problèmes sur le terrain rend impossible toute étude précise et réaliste. Cet ouvrage prouve le contraire.

Tout système écologique repose sur les relations entre diverses populations d'animaux et de plantes et le milieu physique. Ces relations constituent les fondements de l'écologie. Ce livre n'a pour objet ni les animaux ni les plantes, mais leurs interrelations. Pour analyser les diverses relations qui existent dans la nature, nous étudions le comportement des animaux et nous combinons cette étude avec celle de la dynamique des populations. Comme la sélection naturelle est à la base de toute relation écologique, nous pouvons utiliser la théorie de la sélection naturelle pour éprouver notre compréhension de l'écologie.

La première partie de l'ouvrage est une discussion des raisons d'adopter cette approche de l'écologie, des problèmes techniques que cela entraîne et des utilisations et des abus de la construction de modèles. La seconde partie décrit pas à pas l'histoire d'un cas, celui d'un puceron et de son parasite et examine les méthodes utilisées pour différents types de relations.

Cette approche de l'écologie ne constitue pas une coupure brutale avec le passé : elle s'appuie sur le travail de nombreux pionniers. Elle est nettement quantitative, cependant l'ouvrage lui-même n'exige pas de connaissances mathématiques de la part du lecteur.

Ecological relationships s'adresse aux étudiants en biologie et en écologie, aux chercheurs qui désirent faire des modèles réalistes des faits écologiques dans la nature.

KARLIN S., NEVO, E. — Edit. *Population genetics and ecology*. Proceedings of the conference held in Israel, March 1975. Academic Press, New York, San Francisco, Londres 1976, 832 p.

Cet ouvrage regroupe les interventions faites au cours d'une conférence qui a eu lieu en Israël du 12 au 23 mars 1975 sur la génétique des populations et l'écologie. Les sessions et les discussions de ces réunions étaient organisées autour des trois thèmes suivants : 1) recherche et explication des facteurs qui déterminent la variation génétique dans les populations naturelles ; 2) protocole expérimental et analyse des résultats ; 3) théorie et applications des modèles mathématiques en génétique des populations.

Les participants, appartenant à une dizaine de pays, étaient des naturalistes, des expérimentateurs, des théoriciens, des statisticiens et des mathématiciens.

Les comptes rendus sont divisés en 3 parties. La première regroupe 10 communications portant surtout sur les études sur le terrain ou au laboratoire ; la seconde 10 communications axées sur les analyses et les interprétations des résultats des modèles établis ; la dernière 11 communications qui présentent des résultats théoriques.

Le volume s'achève par la publication des discussions qui ont eu lieu lors de la session finale.

BARASH D. P. — *Sociobiology and behavior*. North Holland Inc., New York, Amsterdam, 1977, 378 p.

Cet ouvrage est une introduction rapide et actuelle à cette nouvelle discipline : « la Sociobiologie » qui fait la synthèse des théories de la biologie évolutive et des sciences sociales. Issue des développements récents en éthologie, en biologie évolutive et en écologie théorique, la sociobiologie présente la première approche rigoureuse de l'étude du comportement.

L'ouvrage commence par une courte introduction sur la théorie de l'évolution suivie de la justification du rapport entre l'évolution et le comportement. Barash poursuit en donnant des considérations détaillées sur les différents domaines de la sociobiologie dans une présentation concise et en un langage clair. Les conclusions de ce livre sont basées sur le concept que tous les organismes vivants ont un comportement destiné à porter à son maximum leur aptitude évolutive. Le souci des aspects adaptatifs du comportement social apparaît tout au long de l'ouvrage. Les domaines couverts comprennent : la biologie de l'altruisme, les aspects adaptatifs des types de groupements sociaux, les comportements de cour et d'accouplement, les soins aux jeunes, les stratégies de la compétition sociale et spatiale et une discussion, largement spéculative, sur la sociobiologie du comportement humain.

Sociobiology and Behavior est une explication de l'état de la biologie contemporaine en relation avec le comportement social. C'est une bonne initiation aux principes de base de la sociobiologie et la démonstration que l'évolution est la clé principale du comportement social de tous les animaux, y compris de l'*Homo sapiens*.

CAUGHLEY G. — *Analysis of Vertebrate populations*. John Wiley et Sons, Londres, New York, Sydney, Toronto, 1977, 234 p.

Cet ouvrage est une introduction aux méthodes d'analyse des populations de vertébrés à l'usage des écologistes, des personnes qui s'occupent de la préservation de la vie sauvage et des étudiants. Un grand nombre d'exemples pris chez les mammifères et les oiseaux de différentes parties du monde illustrent ces méthodes. Ce travail montre comment l'analyse de la population peut être appliquée à des problèmes pratiques de l'aménagement de la vie sauvage tels que la réduction d'une population, son accroissement ou son maintien à un même niveau.

Pour rendre ce sujet complexe aussi simple que possible, les méthodes d'analyse décrites font appel à l'algèbre élémentaire et aux statistiques plutôt qu'au calcul infinitésimal, à l'algèbre matricielle ou aux mathématiques complexes.

L'ouvrage comprend les chapitres suivants : Introduction. La population. Age. Abondance. Taux d'accroissement. Dispersion. Fécondité. Mortalité. Relation entre les paramètres. Marquage-Recapture. Analyse de la population dans l'aménagement. Il est complété par trois appendices, 10 pages de références bibliographiques, des index auteurs et sujets.

PIMENTEL D., Ed. — *Insects, Science and Society*. Proceedings of a Symposium on Insects, Science and Society, held at Cornell University, Ithaca, New York, October 14-15 ; 1975. Academic Press, New York, San Francisco, London, 1975, XXV + 284 p.

L'ouvrage réunit les communications présentées lors du Symposium « Insects, Science and Society » organisé du 14 au 15 octobre 1974 à Ithaca pour célébrer le centenaire de l'étude de l'entomologie à l'Université de Cornell. L'intérêt de ce Symposium et du livre qui en est issu a été la participation d'entomologistes mondialement connus qui ont fait le point des progrès réalisés dans leurs diverses spécialités.

Le but de ce symposium était aussi de rendre hommage à J. H. Comstock qui fut le fondateur du Département d'Entomologie à l'Université de Cornell. H. E. Evans lui consacre en début d'ouvrage un paragraphe paginé en chiffres romains : « The Comstock heritage ».

En plus d'une introduction rédigée par D. Pimentel, l'ouvrage se compose de cinq chapitres comprenant chacun deux articles :

1) *Insects and their social implications* : Insects and human welfare, J. J. McKelvey. The evolutionary significance of social Insects, E. O. Wilson.

2) *Communication among insects* : Natural selection and specialized chorusing behavior in acoustical insects, R. D. Alexander-Insect communications. Chemicals, W. L. Roelofs.

3) *Patterns and processes in insect interactions* : Insect dispersal, J. S. Kennedy. Utilization of Insect-Plant interactions in pest control M. D. Pathak.

4) *Insect population dynamics* : The dynamics of insect populations, T. R. E. Southwood. Parasites, Predators and population dynamics, P. S. Messenger.

5) *Insect-pest management* : Pest management : Organization and resources for implementation, W. Klassen. Pest management : Concept to practice, L. D. Newsom. Il est complété par un index par sujet.

BANKI L. — *Bioassay of Pesticides in the Laboratory. Research and Quality Control*. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1978, 489 p.

En dépit du développement rapide de différentes méthodes de lutttes agrotechnique, biologique et autres s'harmonisant dans le concept de lutte intégrée contre les ravageurs, la part du lion restera pour de nombreuses années encore à la lutte chimique par l'utilisation des pesticides. En conséquence, l'évaluation des effets biologiques des nouvelles substances chimiques restera très importante dans le futur, la qualité primordiale d'un pesticide étant son efficacité. Bien que celle-ci ne puisse être déterminée de façon précise que par des études de plein champ, les essais pratiques ne peuvent être effectués qu'après un grand nombre d'investigations menées dans des milieux contrôlés tels la serre ou le laboratoire.

Le but principal de cet ouvrage est de donner une vue d'ensemble des méthodes d'évaluation biologique et biométrique de l'activité des pesticides dans un tel milieu.

Dans une première partie l'auteur rappelle quelques notions générales liées aux pesticides considérés, aux ravageurs, ainsi que les places relatives des différents niveaux d'expérimentation : laboratoire, essais parcellaires et essais dans la pratique.

La seconde partie est consacrée aux principes théoriques de l'évaluation des diverses actions pesticides, en examinant successivement les différents facteurs en présence, objet de l'étude, organisme considéré et système utilisé. Les différents types d'action-réponse et de distribution résultant de ces facteurs sont ensuite présentés et étudiés. Un chapitre intéressant traite des mélanges de matières actives et de leurs effets additifs, synergistes ou antagonistes.

La troisième partie donne quelques exemples d'interprétation statistique des résultats permettant au chercheur non spécialisé en biométrie de comprendre et d'utiliser ces méthodes de calcul.

Un index final permet de retrouver aisément le sujet recherché.

Il est regrettable que cet ouvrage par ailleurs fort intéressant soit traduit du Hongrois de manière peu heureuse, ce qui rend quelquefois difficile la compréhension du texte.

R. D.

FURIN H., HAECK J., HENGVELD R. — *Atlas of the carabid beetles of the Netherlands*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1977, 228 p.

Dans cet Atlas on trouve pour la première fois, la liste des espèces de Coléoptères vivant en Hollande. 51 000 données environ ont été utilisées. Les unes sont tirées de la littérature, les autres de collections privées ou provenant de Museums. Des cartes ont été établies pour les 373 espèces de Carabides. Elles indiquent leur répartition géographique aux Pays-Bas et en Europe et fournissent des renseignements sur la forme des ailes, la périodicité saisonnière des larves et des adultes. Les données couvrent la période allant de 1900 à 1974. Des caches transparents donnent pour les aires étudiées les types et l'utilisation des sols et les régions phytogéographiques de la Hollande.

Cet Atlas qui constitue une contribution de la Hollande au programme européen de surveillance et de contrôle des Invertébrés est un instrument précieux pour les études faunistiques et zoogéographiques en Hollande et dans les pays voisins.

TANNER J. T. — *Guide to the study of animal populations*. The University of Tennessee Press, Knoxville, 1978, 186 p.

L'auteur s'est proposé dans cet ouvrage de décrire les caractéristiques des populations animales, leurs méthodes de mesure et leurs interactions. Ces caractéristiques peuvent être classées en deux catégories : celles qui donnent une image de la population telle qu'elle est à un moment donné (par exemple la densité et la composition) et celles qui mesurent leur devenir (par exemple les taux de naissance et de mortalité). L'effet de la composition en âge sur le taux de naissance donne un exemple des interactions. L'ouvrage ne constitue pas une discussion sur la dynamique des populations sur les interactions des espèces entre elles, sur la stabilité ou les cycles, ni une mise au point sur les modèles de population ou de modélisation. Cependant il fournit une brève introduction et des références, sur chacun de ces sujets. Le problème de la génétique des populations est entièrement exclu, car il est totalement différent. La table des matières comprend 10 chapitres :

- 1) Densité et dispersion mesurées par échantillonnage.
- 2) Estimation de la densité par des méthodes spécialisées.
- 3) Méthodes de marquage-recapture pour mesurer les caractéristiques de la population.
- 4) Composition en sexe et en âge.
- 5) Introduction aux taux de population.
- 6) Mortalité et survie.
- 7) Reproduction, migration et recrutement.
- 8) Mesure et analyse du taux de croissance de la population.
- 9) Rapports mathématiques entre les caractéristiques des populations.
- 10) Préviation des changements dans la population.

Table des matières de l'année 1978

J. P. AESCHLIMANN. — Heavy infestations of <i>Sitona umeralis</i> Stephens (Col., Curc.) on Lucerne in Southern Morocco (Pullulation de <i>Sitona numeralis</i> Stephens (Col., Curc.) sur luzerne cultivée dans le Sud marocain)	221
Claire ATHIAS-HENRIOT. — <i>Typhlodromini</i> du Vaucluse, avec description de trois espèces nouvelles (Arachnides, Gamasides, Phytoseiidae)	695
A. BENOIS, P. DU MERLE, J. P. LAFONT, J. P. MARRO. — L'activité oophage de la myrmécofaune dans différents milieux du Mont Ventoux (Vaucluse)	205
G. BIWER, C. DESCOINS, Martine GALLOIS, E. PRIESNER, J.-P. CHAMBON, G. GENESTIER, M. MARTINEZ. — Etude de la sécrétion phéromonale de la femelle vierge de la Tordeuse des céréales : <i>Cnephasia pumicana</i> Zeller (Lépidoptère, Tortricidae)	129
N. BOEMARE, F. COUSSERANS, J. R. BONAMI. — Epizootie à <i>Vibrionaceae</i> dans les élevages de crevettes <i>Penaeidae</i>	227
M. BOUNIAS. — Paramètres cinétiques d'oxydation de l'acide ascorbique par l'eau oxygénée <i>in vitro</i> . Application à la préparation de l'acide déhydroascorbique pour l'étude de la nutrition artificielle de lépidoptères phytophages	289
R. BOURNOVILLE. — Etude de la dynamique saisonnière d'une population du puceron du Pois <i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris dans les luzernières. Rôle des ennemis naturels	1
A. CAUDWELL, J. LARRUE, G. MOUTOUS, A. FOS, P. BRUN. — La transmission par des cicadelles de la jaunisse du vignoble corse. Identification de cette maladie avec la flavescence dorée. I. — Les essais réalisés hors de la Corse.	609
V. CIOCHIA. — Procedure and device for mass-rearing of <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst. to be used as parasitization support in <i>Prosaltella perniciosi</i> (Tow.) and <i>Aphis</i> nurseries (Méthode et dispositif utilisés pour la multiplication de <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst. employé comme support de parasitisation dans les élevages de <i>Prosaltella perniciosi</i> (Tow.) et d' <i>Aphis</i>)	641
D. DEBOUZIE. — Variabilité à l'intérieur d'une population de <i>Ceratitis capitata</i> élevée sur un milieu naturel non renouvelé (Diptera : Trypetidae)	15
C. A. DEDRYVER. — Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France. I. — Répartition et évolution des populations de <i>Sitobion avenae</i> F., <i>Metopolophium dirhodum</i> WLK, et <i>Rhopalosiphum padi</i> L., de 1974 à 1977 sur blé d'hiver dans le bassin de Rennes	245
P. DELATTRE, J. P. TORREGROSSA. — Abondance saisonnière, distribution et déplacement des populations du thrips de la rouille de la banane <i>Chaetanaphothrips orchidii</i> (Moulton) (Thysanoptera, Thripidae) aux Antilles françaises	149
C. DENIS, B. LE GARFF. — Organisation particulière des tubes de Malpighi chez deux familles de Trichoptères : les Glossomatides et les Hydroptilides	239
G. FAUVEL, H. AUDEMARD, F. RUDOLPHE, A. RAMBIER. — Le recensement des œufs d'hiver de l'acarieu rouge., <i>Panonychus ulmi</i> (Koch) sur le pommier. I. Comparaison des méthodes actuelles et remarques sur l'influence de quelques facteurs dans leur variabilité	461
S. GRENIER, P. OGIER. — Description d'un appareil collecteur automatique pour contrôler l'émergence de mouches (Note technique)	139

A. FRAVAL, F. HERARD, M. JARRY. — Méthodes d'échantillonnage des populations de pontes de <i>L. dispar</i> (Lep. : <i>Lymantriidae</i>) en Mamora (Maroc)	267
F. HEITOR, N. BOEMARE, A. AMARGIER. — Mise en évidence d'une infection bactérienne chez les vers de terre	507
F. HERARD. — Comportement des adultes d' <i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard) (Hym. : <i>Encyrtidae</i>) parasite oophage de <i>Lymantria dispar</i> (L.) (Lep. : <i>Lymantriidae</i>) en forêt de Mamora (Maroc)	599
A. KERMARREC, A. ABUD-AUTUN. — Variations de la sensibilité au parathion selon l'heure chez <i>Acromyrmex octospinosus</i> Reich (<i>Formicidae</i> , <i>Attini</i>)	29
M. LARAICHI. — Influence de l'hôte sur la fécondité de trois <i>Ooencyrtus</i> (Hym. <i>Encyrtidae</i>), parasites oophages des punaises des blés	51
M. LARAICHI. — Influence de la densité numérique de l'hôte sur la fécondité de trois <i>Ooencyrtus</i> (Hym. <i>Encyrtidae</i>), parasites oophages des punaises des blés	63
M. LARAICHI. — Influence de la répartition de l'hôte dans le temps sur la fécondité de trois <i>Ooencyrtus</i> (Hym. <i>Encyrtidae</i>), parasites oophages des punaises des blés	69
Y. LAUDÉHO, C. LIAROPOULOS, M. CANARD. — Etude, pendant la période automnale, du rythme de sortie hors des fruits des larves du dernier âge de la mouche de l'Olive <i>Dacus oleae</i> (Gmel.) (<i>Diptera</i> , <i>Trypetidae</i>)	37
My Hanh LAUNOIS-LUONG. — Méthode pratique d'interprétation de l'état des ovaires des acridiens du Sahel	569
B. LEROI. — Alimentation des adultes d' <i>Acanthoscelides obtectus</i> Say (Coléoptère, <i>Bruchidae</i>) : Influence sur la longévité et la production ovarienne des individus vierges	559
J. C. MALAUSA. — Etude des dormances intervenant dans le cycle de développement de <i>Procrustes coriaceus</i> L. (<i>Coleoptera</i> <i>Carabidae</i>)	77
A. G. MANOUKAS, A. GRIMANIS, B. MAZOMENOS. — Inorganic nutrients in natural and artificial food of <i>Dacus oleae</i> larvae (<i>Diptera</i> : <i>Tephritidae</i>) (Eléments nutritifs inorganiques dans la nourriture naturelle et artificielle destinée aux larves du <i>Dacus oleae</i> (<i>Diptera</i> , <i>Tephritidae</i>)) ..	123
D. MUGNIERY. — Lutte culturale contre les nématodes à kystes de la pomme de terre <i>Globodera rostochiensis</i> (Wollenweber) et <i>G. pallida</i> (Stone) et perspectives de lutte intégrée	187
J. P. NENON. — Synécologie d' <i>Ageniaspis fuscicollis</i> Thoms. (Hyménoptère chalcidien polyembryonnaire) parasitoïde des Hyponomeutes (Lépidoptères)	525
J. C. ONILLON, J. ONILLON, E. FRANCO, F. RODOLPHE. — Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'homoptères inféodés aux agrumes. 1.3. — Simulation de la croissance foliaire des éléments de la frondaison du bigaradier (<i>Citrus aurantium</i>)	303
D. PÉPIN. — Structure de populations de lièvres en automne dans différents agrosystèmes	97
G. PLANTEVIN. — Influence d'un refroidissement sur les mues, la croissance et le développement de <i>Galleria mellonella</i> L.	113
S. POITOUT, R. BUES. — Le cycle évolutif de la pyrale du riz (<i>Chilo suppressalis</i> Walker) dans le delta rhodanien. Utilisation du piégeage sexuel	245
Madeleine PRALAVORIO, P. MILLOT. — Biologie et écologie de la tordeuse, <i>Epichoristodes acerbella</i> Walk (<i>Lepidoptera</i> <i>Tortricidae</i>)	645
J. Satyanarayana PRASAD, Y. Seshagiri RAO. — Influence of crop rotations on the population densities of the root lesion nematode, <i>Pratylenchus indicus</i> in rice and rice soils (Influence des rotations culturales sur les densités de population de <i>Pratylenchus indicus</i> dans les cultures de riz et dans les sols de rizière)	627
J. Satyanarayana PRASAD, Y. Seshagiri RAO. — Potentiality of <i>Pratylenchus indicus</i> Das 1960, the root-lesion nematode as a new pest of upland rice (Nuisibilité de <i>Pratylenchus indicus</i> Das 1960. Nouveau ravageur du riz de montagne)	635

P. RAMOS, M. CAMPOS, J. M. RAMOS. — Bio-écologie de <i>Prays oleae</i> Bern. (<i>Lepidoptera</i> , <i>Plutellidae</i>) dans la province de Grenade : durée de développement et variables climatiques ...	585
J. L. RIVIÈRE, Jocelyne FERNANDEZ. — Le métabolisme de détoxication chez <i>Prodenia litura</i> (Lep., <i>Noctuidae</i>) : l'aldrine époxydase	281
Y. ROBERT, Joëlle ROUZÉ-JOUAN. — Recherches écologiques sur les pucerons <i>Aulacorthum solani</i> KLTB, <i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas et <i>Myzus persicae</i> Sulz. dans l'Ouest de la France. I. Etude de l'activité de vol de 1967 à 1976 en culture de pomme de terre	171
G. STREBLER. — L'activité osidasique des enzymes digestifs de <i>Schistocerca gregaria</i> Forsk. Données quantitatives nouvelles	85
Kalpana TIKKU, B. P. SAXENA, Opendar KOUL. — Oogenesis in <i>Callosobruchus chinensis</i> and induced sterility by <i>Acorus calamus</i> L. oil vapours (Ovogenèse de <i>Callosobruchus chinensis</i> et stérilité induite par les vapeurs huileuses d' <i>Acorus calamus</i> L.)	545
J. P. VIGNERON. — Substances antiappétantes d'origine naturelle	663
<i>Colloque Franco-Tchèque</i>	
Thème I. — Coïncidence spatio-temporelle	335
Thème II. — Comportement	381
Thème III. — Alimentation	407
Chronique des livres	147, 315, 553, 703

Contents of year 1978

J. P. AESCHLIMANN. — Heavy infestations of <i>Sitona humeralis</i> Stephens (Col. Curc.) on lucerne in Southern Morocco	221
Claire ATHIAS-HENRIOT. — <i>Typhlodromini</i> from Vaucluse with description of three new species (Arachnida, Gamasidae, Phytoseiidae)	695
A. BENOIS, P. DU MERLE, J. P. LAFONT, J. P. MARRO. — The Oophagous activity of the myrmecofauna in different environments of the Mount Ventoux (Vaucluse)	205
G. BIWER, C. DESCOINS, Martine GALLOIS, E. PRIESNER, J.-P. CHAMBON, G. GENESTIER, M. MARTINEZ. — Study of the sex pheromone blend produced by the virgin female of the cereal tortrix : <i>Cnephasia pumicana</i> Zeller	129
N. BOEMARE, F. COUSSERANS, J. R. BONAMI. — Epizootic bacterial disease in <i>Penaeus japonicus</i> bate shrimps	227
M. BOUNIAS. — Kinetics parameters of ascorbic-acid oxidation by hydrogen peroxide <i>in vitro</i> .	289
R. BOURNOVILLE. — Study of seasonal dynamics of a population of <i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris in lucerne fields. Role of natural enemies	1
A. CAUDWELL, J. LARRUE, G. MOUTOUS, A. FOS, P. BRUN. — Leafhoppers' transmission of the corsican yellow disease of the grapevine. Identification to <i>flavescence dorée</i>	609
V. CIOCHIA. — Procedure and device for mass-rearing of <i>Quadraspidiolus perniciosus</i> Comst to be used as parasitization support in <i>Prospaltella perniciosi</i> (Tow) and <i>Aphis</i> nurseries	641
D. DEBOUZIE. — Variation in a population of <i>Ceratitis capitata</i> fed on natural non renewed food.	15
C. A. DEDRYVER. — Biology of the cereal aphids in the west of France. I. — Distribution and evolution of <i>Sitobion avenae</i> F., <i>Metopolophium dirhodum</i> Wlk, and <i>Rhopalosiphum padi</i> L., from 1974 to 1977 on winter wheat near Rennes	245
P. DELATTRE, J. P. TORREGROSSA. — Seasonal abundance, distribution and population movements of the <i>Chaetanaphothrips orchidii</i> (Moulton) (Thysanoptera Thripidae) in the french Antilles	149
C. DENIS, B. LE GARFF. — Peculiar organization of the malpighian tubules in two families of Trichoptera : the Glossomatidae and the Hydroptilidae	239
G. FAUVEL, H. AUDEMARD, F. RUDOLPHE, A. RAMBIER. — Estimating the number of overwintering eggs of european red mite <i>Panonychus ulmi</i> on apple-trees	461
A. FRAVAL, F. HERARD, M. JARRY. — Sampling methods to estimate the density of egg-masses of <i>Lymantria dispar</i> L. (Lep. : Lymantriidae) in the Mamora forest (Morocco)	267
F. HEITOR, N. BOEMARE, A. AMARGIER. — A bacterial infection in earthworms	507
F. HERARD. — Ethology of the adults of <i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard) (Hym. : Encyrtidae) oophagous parasite of <i>Lymantria dispar</i> (L.) (Lep. : Lymantriidae) in the Mamora forest (Morocco)	599

A. KERMARREC, A. ABUD-AUTUN. — Parathion sensitivity variations according to hour in <i>Acromyrmex octospinosus</i> Reich (<i>Formicidae</i> , <i>Attini</i>)	29
M. LARAICHI. — The influence of the host on fecundity of three <i>Ooencyrtus</i> species, oophagous parasites of wheat bugs	51
M. LARAICHI. — Influence of host numerical density on fecundity of three <i>Ooencyrtus</i> species, oophagous parasites of the wheat bugs.....	63
M. LARAICHI. — Influence of host distribution in time on fecundity of three <i>Ooencyrtus</i> (<i>Hym. Encyrtidae</i>), oophagous parasites of the wheat bugs	69
Y. LAUDÉHO, C. LIAROPOULOS, M. CANARD. — Diurnal rhythm in emergence from fruits of last instar larvae of the Olive fruit fly <i>Dacus oleae</i> (Gmel.) (<i>Diptera</i> , <i>Trypetidae</i>) during autumn	37
My Hanh LAUNOIS-LUONG. — Interpreting method of the ovaries state of Locustes and the grasshoppers in the Sahel	569
B. LEROL. — Feeding of adults of <i>Acanthoscelides obtectus</i> Say (<i>Coleoptera</i> , <i>Bruchidae</i>) : influence upon the longevity and ovarian production of virgin individuals	559
J. C. MALAUSA. — Study of diapauses on life cycle of <i>Procrustes coriaceus</i> L. (<i>Coleoptera carabidae</i>)	77
A. G. MANOUKAS, A. GRIMANIS, B. MAZOMENOS. — Inorganic nutrients in natural and artificial food of <i>Dacus oleae</i> larvae (<i>Diptera</i> , <i>Tephritidae</i>)	123
D. MUGNIERY. — Cultural methods control for <i>Globodera rostochiensis</i> (Wollenweber) and <i>G. pallida</i> Stone and outlook on integrated control	187
J. P. NENON. — Synecology of <i>Ageniaspis fuscicollis</i> Thoms. (Polyembryonic Hymenoptera Chalcidoidea), a parasitoid of the Hyponomeuta (Lepidoptera)	525
J. C. ONILLON, J. ONILLON, E. FRANCO, F. RODOLPHE. — Contribution to the study of the population dynamics of <i>Citrus Homoptera</i> . 1. 3. — Simulation of the vegetal growth of the foliage elements of <i>Citrus aurantium</i>	303
D. PÉPIN. — Structure of hare populations in autumn in different agrosystems.....	97
G. PLANTEVIN. — Influence of a cold treatment on the moults, growth and development of <i>Galleria mellonella</i> L.	113
S. POITOUT, R. BUES. — The life cycle of the rice stem borer (<i>Chilo suppressalis</i> WLK) in the Rhone delta (Camargue). Use of the sex trap.....	245
Madeleine PRALAVORIO, P. MILLOT. — Ecological bases of the control of the new pest of carnation <i>Epichoristodes acerbella</i> Walk.....	645
J. Satyanarayana PRASAD, Y. Seshagiri RAO. — Influence of crop rotations on the population densities of the root lesion nematode, <i>Pratylenchus indicus</i> in rice and rice soils.....	627
J. Satyanarayana PRASAD, Y. Seshagiri RAO. — Potentiality of <i>Pratylenchus indicus</i> Das 1960, the root-lesion nematode as a new pest of upland rice.....	635
P. RAMOS, M. CAMPOS, J. M. RAMOS. — Bio-ecology of <i>Prays oleae</i> Bern. (<i>Lep.</i> , <i>Plutellidae</i>) in Granada province : development-time and climatic variables.....	585
J. L. RIVIÈRE, Jocelyne FERNANDEZ. — Drug-metabolism in <i>Prodenia litura</i> (<i>Lep.</i> , <i>Noctuidae</i>) aldrin expoxidase.....	281
Y. ROBERT, Joëlle ROUZE-JOUAN. — Ecological researches on the aphids <i>Aulacorthum solani</i> KLTB, <i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas and <i>Myzus persicae</i> Sulz. in the West of France. I. — A study of flight activity in potato crops from 1967 to 1976.....	171

CONTENTS OF YEAR 1978

713

G. STREBLER. — Osidasic activity of the digestive enzymes of <i>Schistocerca gregaria</i> Forsk. New quantitative data.....	85
Kalpna TIKKU, B. P. SAXENA, OPENDER KOUL. — Oogenesis in <i>Callosobruchus chinensis</i> and induced sterility by <i>Acorus calamus</i> L. oil vapours.....	545
J. P. VIGNERON. — Antiappetant substances of natural origin.....	663
<i>Technical note :</i>	
S. GRENIER, P. OGIER. — Description on an automatic collector for controlling the emergence of flies.....	139
Books review.....	147, 315, 543, 703

Contents

B. LEROI. — Feeding of adults of <i>Acanthoscelides obtectus</i> Say (Coleoptera, Bruchidae) : influence upon the longevity and ovarian production of virgin individuals	559
My Hanh LAUNOIS-LUONG. — Interpreting method of the ovaries state of Locusts and grasshoppers in the Sahel	569
P. RAMOS, M. CAMPOS, J. M. RAMOS. — Bio-ecology of <i>Prays oleae</i> Bern. (Lep., Plutellidae) in Granada province : development-time and climatic variables	589
F. HERARD. — Ethology of the adults of <i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard) (Hym. : Encyrtidae) oophagous parasite of <i>Lymantria dispar</i> (L.) (Lep. : Lymantriidae) in the Mamora forest (Morocco)	603
A. CAUDWELL, J. LARRUE, G. MOUTOUS, A. FOS, P. BRUN. — Leafhoppers' transmission of the corsican yellow disease of the grapevine. Identification to flavescence dorée.....	613
J. Satyanarayana PRASAD, Y. Seshagiri RAO. — Influence of crop rotations on the population densities of the root lesion nematode, <i>Pratylenchus indicus</i> in rice and rice soils	627
J. Satyanarayana PRASAD, Y. Seshagiri RAO. — Potentiality of <i>Pratylenchus indicus</i> Das 1960, the root-lesion nematode as a new pest of upland rice	635
V. CIOCHIA. — Procedure and device for mass-rearing of <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst. to be used as parasitization support in <i>Prospaltella perniciosi</i> (Tow.) and <i>Aphis</i> nurseries ...	641
Madeleine PRALAVORIO, P. MILLOT. — Ecological bases of the control of the new pest of carnation <i>Epichoristodes acerbella</i> Walk.	645
J. P. VIGNERON. — Antiappetant substances of natural origin.	663
Claire ATHIAS-HENRIOT. — <i>Typhlodromini</i> from Vaucluse with description of three new species (Arachnida, Gamasida, Phytoseiidae)	695
Book reviews.	703

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Le manuscrit doit être dactylographié sur papier format 21 × 29,7, avec un double interligne, au recto seulement. Chaque page sera numérotée et des feuilles séparées seront utilisées pour les références bibliographiques, les tableaux, les légendes des figures et graphiques, etc.

Au début de chaque mémoire, on indiquera : — le titre du mémoire : il ne devra pas comporter d'abréviations ni de formules chimiques (sauf pour les isotopes) ; — le nom des auteurs, précédé des initiales du prénom pour les hommes, du prénom complet pour les femmes ; — le nom des techniciens ayant collaboré à l'étude relatée, précédé de la mention : avec la collaboration technique de ... ; — le nom de l'établissement, dans lequel ont été effectuées les recherches et son adresse.

Les mémoires seront rédigés, autant que possible, d'après le plan ci-dessous :

a) résumé (250 mots max.) suffisamment précis pour que sa lecture renseigne sur la nature du travail et son importance ; b) introduction dans laquelle on indique l'objet des recherches entreprises en relation avec les travaux déjà effectués dans le domaine ; c) techniques expérimentales et matériel utilisé, en donnant, sous une forme concise, tous les détails nécessaires pour que le lecteur puisse répéter les expériences ; d) résultats, à présenter de la manière la plus brève possible ; e) discussion et conclusions ; f) titre et résumé anglais ou destinés à être traduits en anglais comportant une analyse complète de l'article ; g) remerciements pour les collaborateurs, les fonds, les dons... ; h) références bibliographiques.

Les travaux originaux en anglais doivent présenter la même composition que les mémoires rédigés en français, mais ils comportent obligatoirement un résumé français très complet. Les figures, graphiques, tableaux et photographies seront sous-titrés en français.

Pour les autres documents (notes, mises au point, revues, rapports, etc.) l'auteur devra suivre un plan logique et le mettre en évidence par une titration appropriée.

Les références bibliographiques doivent être citées dans le texte de la manière suivante : (DUPONT et DUVAL, 1954). Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier auteur sera mentionné, suivi de *et al.* A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs, et par ordre de dates pour un même auteur.

Pour les articles : le(s) nom(s) de(s) auteur(s) suivi(s) des initiales du (des) prénom(s) ; la date de parution de l'article ; le titre de l'article (dans la langue originale pour l'allemand, l'anglais, l'italien, l'espagnol et en français dans tous les autres cas, avec indication entre parenthèses de la langue d'origine, sauf si l'auteur étranger a sous-titré dans l'une des quatre langues mentionnées) ; le titre du périodique en abrégé, selon la *World List of Scientific Periodicals*, ou le *Bulletin Signalétique du C. N. R. S.* ; le volume ; la première et la dernière page de l'article.

Pour les ouvrages : le nom de l'auteur avec les initiales du prénom ; la date de l'édition ; le titre complet de l'ouvrage dans la langue originale, sans abréviations (pour les langues utilisant des alphabets autres que l'alphabet latin, la traduction du titre sera donnée entre parenthèses, avec mention de la langue d'origine) ; le volume ; la première et la dernière page du paragraphe se rapportant aux résultats discutés, et, si l'on cite l'ouvrage en entier, le nombre de volumes et le nombre total de pages ; le numéro de l'édition s'il y en a plusieurs ; le nom de l'éditeur ; le lieu de l'édition. Si l'ouvrage est collectif, on indiquera en plus le nom de l'auteur du chapitre cité, le nom des rédacteurs principaux, précédé de la mention « in », le titre de l'ouvrage.

La mention de « communications personnelles » ou « données non publiées » etc. doit être faite entre parenthèses. Lorsque l'auteur a relevé une référence dans une revue d'« Abstracts », le mentionner à la fin de la référence, entre parenthèses.

Les tableaux, dessins, graphiques, cartes, photographies, doivent être fournis à part. Les tableaux et figures doivent faire l'objet de deux numérotations distinctes, en chiffres arabes l'une et l'autre.

Les auteurs peuvent disposer leurs tableaux soit dans le sens de la largeur de la revue, soit dans le sens de la longueur. Dans le sens de la largeur, le total des signes et des espaces disponibles est de 100. Dans le sens de la longueur, il est de 155. Les tableaux en longueur, c'est-à-dire ceux pouvant disposer de 155 signes, ne seront admis que s'ils comprennent plus de 8 lignes de chiffres, de manière qu'une page entière de la revue ne soit pas occupée par un tableau très long et très étroit. Les graphiques ne doivent pas faire double emploi avec les tableaux.

Les légendes et les énoncés des graphiques et dessins doivent être dactylographiés sur une même feuille séparée et porter les numéros des figures.

Les graphiques, schémas, cartes, dessins d'appareils seront envoyés soit à l'état définitif soit à l'état de projets, leur exécution définitive étant confiée au Bureau de Dessin de l'I. N. R. A. Seules deux réductions à l'impression sont admises : soit × 0,5, soit × 0,25.

Il est rappelé que le format utile des *Annales* est : 12,5 × 19 cm ; ces dimensions ne doivent pas être dépassées.

Photographies : Il est recommandé de fournir des épreuves bien contrastées sur papier blanc, et de préférence en format 9 × 12. Si les photographies doivent être associées pour constituer des planches, on adoptera les normes suivantes : 2 photos : 9 × 12 ; 4 photos : 9 × 5,5 ; 6 photos : 5,5 × 5,5. Dans ce cas, chaque photo devra porter un numéro en chiffres arabes visible après clichage.

Les légendes des photographies doivent être dactylographiées sur une même feuille séparée et porter les numéros des figures.

Il est demandé d'indiquer sur le manuscrit, dans la marge, en regard du texte, l'emplacement souhaité pour les tableaux et figures.

Envoi du manuscrit : M. HURPIN, Département de Recherches de Zoologie, Centre national de Recherches agronomiques, 78280 Guyancourt, France. On demande deux exemplaires.

Correction des épreuves : les épreuves que les auteurs recevront à corriger sont à retourner, après correction, à cette même adresse.

Le Directeur de la publication : M.-L. CAGNAC

Imprimerie JOUVE, 17, rue du Louvre, 75001 PARIS. — 5-1979

Dépôt légal : 2^e trimestre 1979. N° d'impression : 26065

CPPAP n° 47721

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

PÉRIODIQUES

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1979	France Prix T.T.C.	Étranger Prix Net	LE NUMÉRO	
			France Prix T.T.C.	Étranger Prix Net
ANNALES AGRONOMIQUES, 6 n ^{os} par an	320 F	352 F	77 F	77 F
ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES, 6 n ^{os} par an	320 F	352 F	77 F	77 F
ANNALES DE PHYTOPATHOLOGIE, 4 n ^{os} par an	284 F	314 F	100 F	100 F
ANNALES DE ZOOLOGIE - ÉCOLOGIE ANIMALE, 4 n ^{os} par an	284 F	314 F	100 F	100 F
ANNALES DE ZOOTECHNIE, 4 n ^{os} par an	284 F	314 F	100 F	100 F
ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE, 4 n ^{os} par an	250 F	276 F	77 F	77 F
ANNALES DES SCIENCES FORESTIÈRES, 4 n ^{os} par an	250 F	276 F	77 F	77 F
ANNALES DE GÉNÉTIQUE ET DE SÉLECTION ANIMALE, 4 n ^{os} par an	284 F	314 F	100 F	100 F
ANNALES DE RECHERCHES VÉTÉRINAIRES, 4 n ^{os} par an	284 F	314 F	100 F	100 F
ANNALES DE BIOLOGIE ANIMALE, BIOCHIMIE, BIO- PHYSIQUE, 6 n ^{os} par an (1)	335 F	370 F	72 F	72 F

(1) Les abonnements aux *Annales de Biologie animale*, *Biochimie*, *Biophysique* doivent être adressés à :
« Secrétariat des A. B. A. B. B., I. N. R. A., 78350 JOUY-EN-JOSAS ».

APIDOLOGIE, 4 n^{os} par an — Abonnement : France : 80 F — Étranger sauf R. F. A. : 130 F
— Le numéro : France : 25 F — Étranger sauf R. F. A. : 40 F

DERNIERS OUVRAGES PARUS

Génétique et Amélioration de la Vigne. 2^e Symposium international sur l'amélioration de la vigne, Bordeaux, 14-18 juin 1977. 472 p., 1978.....	230,00 F
Pays, Paysans, Paysages dans les Vosges du Sud, par le Groupe de Recherches, I.N.R.A.-E.N.S.S.A.A. 192 p., 1978.....	55,00 F
Flore illustrée des Phanérogames de Guadeloupe et de la Martinique, par J. Fournet. 1652 p., 1978.....	300,00 F
Les Rongeurs de France. Faunistique et Biologie, par H. Le Louarn et M.-C. Saint-Girons. 164 p., 1977.....	80,00 F
Carte pédologique de France à 1/100 000. Privas N-19 et notice explicative, par M. Bornand, J.-P. Legros, J. Moineau. 254 p. et une carte, 1977.....	60,00 F
Carte pédologique de France à 1/100 000. Dijon O-12 et notice explicative, par J. Chrétien. 218 p. et une carte, 1977.....	60,00 F
Carte pédologique de France à 1/100 000. Condon H-21 et notice explicative, par J. Séguay. 152 p. et une carte, 1975.....	60,00 F
Carte pédologique de France à 1/100 000. Angoulême H-16 et notice explicative, par G. Callot. 171 p. et une carte, 1975.....	60,00 F
Carte pédologique de France à 1/100 000. Moulins L-14 et notice explicative, par J. C. Favrot. 177 p. et une carte, 1974.....	60,00 F
Carte pédologique de France à 1/100 000. Toulon P-23 et notice explicative, par J. Portier. 107 p. et une carte, 1974.....	60,00 F
Journées d'information sur l'alimentation azotée des animaux, Paris, 21-22 novembre 1973. 141 p., 1974.....	27,00 F
L'I. N. R. A. au service des Industries agricoles et alimentaires. Inventaire des Recherches. 266 p., 1974.....	38,00 F
Symposium international sur la conservation des grains récoltés humides, Paris, 5-10 mars 1973. 762 p., 1973.....	168,50 F
Le Pois. Etude génétique des caractères, classification, caractéristiques variétales portant sur les variétés inscrites au catalogue officiel français, par R. Cousin. 111 p. et 140 fiches, 1974.....	168,50 F
Contribution à l'étude de la Faune de France. Systématique de la tribu des Scymnini (Coccinellidae), par J. M. Gourreau. 223 p., 1974.....	95,50 F
Les arbres et arbrisseaux acclimatés en région méditerranéenne française. Catalogue commenté, par P. Augé, P. Allemand, R. Hamès. 144 p., 1973.....	63,50 F
Colloque sur l'ovogenèse et la folliculogenèse, Nouzilly, 14-16 déc. 1972. 258 p., 1973.....	134,50 F
Protoplastes et fusion de cellules somatiques végétales, Versailles, 11-15 septembre 1972. Coédition I.N.R.A.-C.N.R.S. 549 p., 1973.....	173,00 F

Les demandes d'abonnements et les commandes doivent être adressées au Service des Publications de l'Institut national de la Recherche agronomique, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles.
Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications de l'I. N. R. A., par virement postal à son compte courant : 9064-43 Paris, sans mentionner d'adresse, ou par bons U. N. E. S. C. O.
Les demandes peuvent être souscrites également par l'intermédiaire des libraires dans les conditions habituelles.

Table des matières

B. LEROI. — Alimentation des adultes d' <i>Acanthoscelides obtectus</i> Say (Coloptere, Bruchidae) : Influence sur la longévité et la production ovarienne des individus vierges	559
My Hanh LAUNOIS-LUONG. — Méthode pratique d'interprétation de l'état des ovaires des acridiens du Sahel	569
P. RAMOS, M. CAMPOS, J. M. RAMOS. — Bio-écologie de <i>Prays oleae</i> Bern. (Lepidoptera, Plutellidae) dans la province de Grenade : durée de développement et variables climatiques ..	589
F. HERARD. — Comportement des adultes d' <i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard) (Hym. : Encyrtidae) parasite oophage de <i>Lymantria dispar</i> (L.) (Lep. : Lymantriidae) en forêt de Mamora (Maroc)	603
A. CAUDWELL, J. LARRUE, G. MOUTOUS, A. FOS, P. BRUN. — La transmission par des cicadelles de la jaunisse du vignoble corse. Identification de cette maladie avec la flavescence dorée. I. — Les essais réalisés hors de la Corse	613
J. Satyanarayana PRASAD, Y. Seshagiri RAO. — Influence of crop rotations on the population densities of the root lesion nematode, <i>Pratylenchus indicus</i> in rice and rice soils (Influence des rotations culturales sur les densités de population de <i>Pratylenchus indicus</i> dans les cultures de riz et dans les sols de rizières.)	627
J. Satyanarayana PRASAD, Y. Seshagiri RAO. — Potentiality of <i>Pratylenchus indicus</i> Das 1960, the root-lesion nematode as a new pest of upland rice (Nuisibilité de <i>Pratylenchus indicus</i> Das 1960. Nouveau ravageur du riz de Montagne.)	635
V. CIOCHIA. — Procedure and device for mass-rearing of <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst. to be used as parasitization support in <i>Prospaltella perniciosi</i> (Tow.) and <i>Aphitis</i> nurseries (Méthode et dispositif utilisés pour la multiplication de <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst. employé comme support de parasitisation dans les élevages de <i>Prospaltella perniciosi</i> (Tow.) et d' <i>Aphytis</i> .)	641
Madeleine PRALAVORIO, P. MILLOT. — Biologie et écologie de la tordeuse, <i>Epichoristodes acerbella</i> walk. (Lepidoptera Tortricidae)	645
J. P. VIGNERON. — Substances antiappétantes d'origine naturelle	663
Claire ATHIAS-HENRIOT. — <i>Typhlodromini</i> du Vaucluse, avec description de trois espèces nouvelles (Arachnides, Gamasides, Phytoseiidae)	695
Chronique des Livres	703

Les Annales de Zoologie, Ecologie animale figurent dans Current Contents